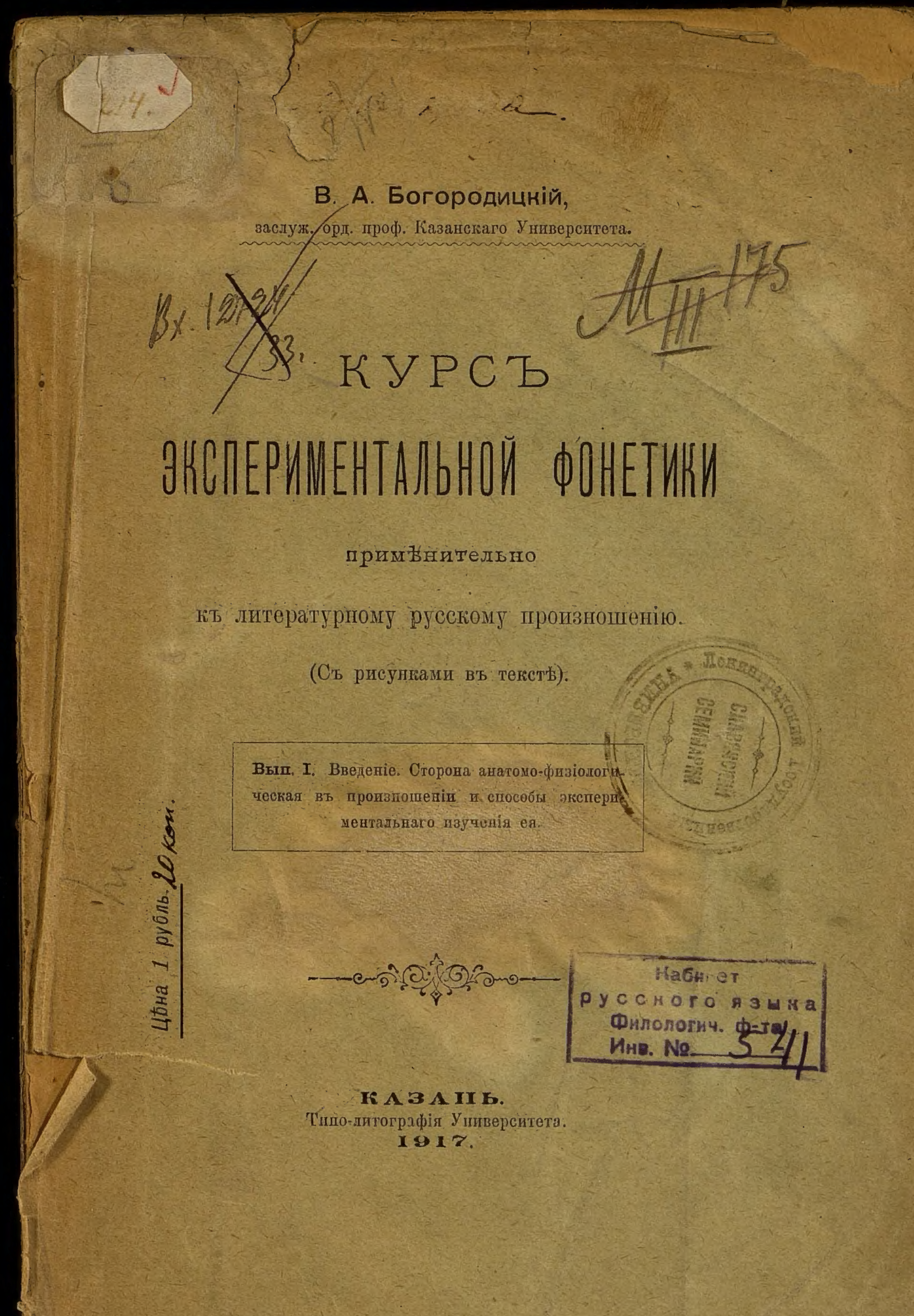


В. А. Богородицкій,
заслуж. орд. проф. Казанскаго Университета.

КУРСЪ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФОНЕТИКИ

примѣнительно

къ литературному русскому произношенію.

(Съ рисунками въ текстѣ).

Вып. I. Введеніе. Сторона анатомо-физіологическая въ произношеніи и способы экспериментальнаго изученія ея.

Цѣна 1 рубль 20 коп.

КАЗАНЬ.
Типо-литографія Университета.
1917.



В. А. Богородицкій,

заслуж. орд. проф. Императорскаго Казанскаго Университета.

КУРСЪ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФОНЕТИКИ



== примѣнительно ==

къ литературному русскому произношенію.





КАЗАНЬ.
Типо-литографія Императорскаго Университета.
1917.

Печатано по опредѣленію Историко-филологическаго факультета Императорскаго Казанскаго Университета.

Деканъ С. Шестаковъ.

Предисловіе.

Экспериментальная фонетика, принадлежа къ новымъ дисциплинамъ, насчитываетъ лишь нѣсколько десятилѣтій своего существованія; однако она быстро прогрессируетъ, благодаря работамъ не только языковѣдовъ, но также физіологовъ и физиковъ. Вслѣдствіе такого соприкосновенія различныхъ наукъ въ области экспериментальной фонетики, эта послѣдняя представляетъ значительныя трудности. Въ самомъ дѣлѣ, чтобы изслѣдовать экспериментальнымъ путемъ произношеніе индивидуума со стороны физіологической, необходимо основательно ознакомиться съ устройствомъ говорильнаго аппарата, съ тѣми мышечными группами, работою которыхъ производятся звуковыя артикуляціи, а также и съ соотвѣтствующими нервными путями, и такимъ образомъ фонетикъ долженъ съ достаточною основательностью изучить нѣкоторые отдѣлы анатоміи и физіологіи. Также въ области акустики рѣчи фонетикъ, имѣя цѣлью изучить акустическую природу звуковъ даннаго говора, не можетъ обойтись безъ серьезнаго знакомства съ физическимъ ученіемъ о звукѣ; а такъ какъ вопросы акустики изучаются не только экспериментально, но и въ математической обработкѣ, то при такомъ положеніи дѣла фонетику предстоитъ ознакомиться съ необходимыми элементами математическаго анализа и механики. Извѣстное знакомство съ этими послѣдними дисциплинами требуется какъ для оцѣнки приборовъ, которыми пользуется эксперименталь-

ная фонетика, такъ и для строгой постановки опытовъ, а также для правильнаго освѣщенія результатовъ; существующія руководства по экспериментальной фонетикѣ на языкахъ французскомъ, англійскомъ и нѣмецкомъ уже содержатъ въ значительной мѣрѣ и математическую разработку вопросовъ. Вполнѣ понятно, что, помимо всего этого, экспериментальное изслѣдованіе вопросовъ произношенія, являясь прямымъ продолженіемъ обычной физіологіи звуковъ рѣчи (антропофоники), тѣмъ самымъ предполагаетъ у изслѣдователя основательное знакомство съ этою послѣднею, равно какъ и съ общей фонетикой. Въ виду того, что въ русской научной литературѣ совершенно отсутствуетъ общее пособіе по экспериментальной фонетикѣ, этой сложной и важной дисциплинѣ, авторъ настоящей книги и взялъ на себя трудъ ввести читателя въ возможно доступномъ изложеніи въ основы названной науки, при чемъ присоединилъ еще прикладной отдѣлъ, представляющій экспериментально-фонетическую разработку главнѣйшихъ вопросовъ русскаго литературнаго произношенія. Такимъ образомъ, настоящая книга должна замѣнить и дополнить прежній трудъ автора—Опытъ физіологіи общерусскаго произношенія (1908), уже давно разошедшійся.

Авторъ.

ЧАСТЬ ОБЩАЯ.

Введеніе.

Языковѣдѣніе или наука о языкѣ выдвигаетъ на первый планъ ту точку зрѣнія, что главнымъ предметомъ изученія этой дисциплины является *живая рѣчь*, служащая естественнымъ базисомъ при анализѣ и оцѣнкѣ явленій письменно-литературной рѣчи. Изучая же языкъ, какъ естественное явленіе, языковѣдѣніе тѣмъ самымъ становится въ разрядъ наукъ *естественныхъ*, примыкая въ то же время другими своими сторонами къ наукамъ *историческимъ*. Всматриваясь въ языкъ, какъ естественное явленіе, мы различаемъ въ немъ прежде всего двѣ главныхъ стороны—внѣшнюю или *звуковую* и внутреннюю или *смысловую*. Дисциплина, изложенію которой посвящена настоящая книга, имѣетъ дѣло съ первою изъ этихъ сторонъ, именно съ звуковою. Въ этомъ отношеніи она тѣсно примыкаетъ къ *физіологіи звуковъ рѣчи*, имѣющей тотъ же объектъ изученія, и служитъ естественнымъ продолженіемъ и углубленіемъ послѣдней, позволяя вести изслѣдованіе при помощи особыхъ экспериментальныхъ средствъ далѣе того, гдѣ останавливается обычная звуковая физіологія. [1]) Въ сущности говоря, между обѣими дисциплинами

---

[1]) Физіологія звуковъ рѣчи иногда (Sievers) называется фонетикою однако послѣдній терминъ нельзя считать въ такомъ употребленіи удачно примѣненнымъ, такъ какъ имъ уже принято обозначать грамматическое ученіе о звукахъ; что касается того же термина въ выраженіи «экспериментальная *фонетика*», то онъ уже получилъ здѣсь общее признаніе, хотя употребленъ

нѣтъ рѣшительной границы, такъ какъ и обыкновенная физiологiя звуковъ рѣчи прибѣгаетъ иногда въ своихъ изслѣдованiяхъ къ элементарнымъ опытамъ и экспериментамъ, но разница между ними та, что *экспериментальная фонетика* пользуется почти исключительно точными объективными данными, добытыми съ помощью разнообразныхъ приборовъ, спецiально приспособленныхъ для этой цѣли.

Изслѣдуя звуковую сторону рѣчи, необходимо различать въ ней два главныхъ момента: *объективный* и *субъективный*. Къ первому или объективному моменту относятся работы органовъ произношенiя, разсматриваемыя съ анатомо-физiологической точки зрѣнiя, а также физико-акустическiя явленiя или колебательное состоянiе, въ которое приводится воздушная среда дѣйствiемъ органовъ произношенiя; ко второму же моменту, т. е. субъективному, принадлежатъ мышечно-осязательныя ощущенiя отъ работъ аппарата рѣчи и затѣмъ слуховыя ощущенiя отъ рѣчевыхъ колебанiй воздуха, при чемъ какъ тѣ, такъ и другiя относятся уже къ сферѣ психической, связанной нѣкоторымъ неизвѣстнымъ образомъ съ нервно-мозговой дѣятельностью. Экспериментальная фонетика имѣетъ своимъ предметомъ преимущественно изученiе *объективной* стороны рѣчи, подраздѣляясь соотвѣтственно сказанному на отдѣлы *анатомо-физiологическiй* и *физико-акустическiй*.

Говоря объ экспериментальной фонетикѣ, этой сравнительно весьма молодой дисциплинѣ, нельзя обойти молчанiемъ вопросъ объ ея возникновенiи и развитiи. Физико-акустическiй отдѣлъ экспериментальной фонетики открывается знаменитымъ сочиненiемъ нѣмецкаго ученаго Гельмгольца „О слуховыхъ ощущенiяхъ“ (Von den Tonempfindungen, 1863), а анатомо-физiологическiй съ примѣняемой въ немъ графическою ме-

---

также въ смыслѣ физiологiи звуковъ. Упроченiю въ этомъ случаѣ названiя фонетики способствовало присутствiе опредѣляющаго слова «экспериментальная», благодаря которому устраняется возможное двусмыслiе.

тодой—изслѣдованіемъ французскаго ученаго Розапелли (1876 г.).[1]) Въ настоящее время экспериментальная фонетика, благодаря дальнѣйшему развитію экспериментальныхъ средствъ и усовершенствованію метода, уже успѣла дать не мало цѣнныхъ результатовъ и, благодаря этому, заняла прочное положеніе въ языкознаніи. Нашъ курсъ экспериментальной фонетики имѣетъ цѣлью ознакомить читателей не только со средствами и методами этой дисциплины (въ связи съ анатомофизіологическими и физико-акустическими основами произношенія), но и съ нѣкоторыми результатами ея примѣнительно къ вопросамъ общерусскаго произношенія, соотвѣтственно чему мы подраздѣляемъ нашъ трудъ на часть *общую* и *прикладную*.

Однако, прежде чѣмъ заняться всѣми этими вопросами, мы должны, ради большей удобопонятности послѣдующаго изложенія, предпослать описаніе, хотя бы въ общихъ штрихахъ, *основныхъ типовъ приборовъ*, употребляемыхъ экспериментальною фонетикой. Всѣ эти приборы имѣютъ цѣлью такъ или иначе фиксировать произношеніе, которое безъ этого является мимолетнымъ и преходящимъ. Самое фиксиро-

---

[1]) Начало примѣненія графической методы къ регистраціи артикуляціонныхъ работъ при произношеніи произошло слѣдующимъ образомъ. Въ началѣ 1875 г. делегація отъ Парижскаго лингвистическаго общества обратилась къ извѣстному физіологу Марею, основателю графической методы въ физіологіи, съ вопросомъ, нельзя ли эту методу примѣнить къ изученію разнообразныхъ и сложныхъ артикуляціонныхъ движеній при произношеніи и получить записи работъ грудной клѣтки, гортани, мягкаго неба, языка и губъ, чтобы видѣть, какъ эти работы слѣдуютъ другъ за другомъ или комбинируются между собою въ разныхъ случаяхъ: такое, такъ сказать, матеріальное фиксированіе чрезвычайно быстро слѣдующихъ другъ за другомъ фонаціонныхъ явленій представляетъ не только чисто научный интересъ, но могло бы также пригодиться для обученія глухонѣмыхъ и для исправленія разныхъ недостатковъ произношенія. Первые опыты въ этомъ направленіи были поставлены д-ромъ Rosapelly въ лабораторіи Марея и подъ его руководствомъ и не замедлили дать весьма интересные результаты, которые и были имъ опубликованы въ статьѣ «Inscription des mouvements phonétiques», помѣщенной въ изданіи—Physiologie expérimentale, Travaux du laboratoire de M. Marey, II (1876), стр. 109—131.

ваніе произношенія разнообразится въ зависимости отъ того, какой *сигнализаціей* при этомъ пользуются—воздушной, электрической или же свѣтовою. Наиболѣе простою и вмѣстѣ съ тѣмъ наиболѣе употребительною въ экспериментальной фонетикѣ является первая, которая однако, будучи перенесена изъ общей физіологіи, сравнительно мало извѣстна лицамъ, прошедшимъ нашу среднюю школу. Поэтому мы здѣсь и остановимся именно на этомъ способѣ сигнализаціи; что же касается двухъ другихъ, то описаніе ихъ пріемовъ будетъ дано въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ книги.

Приборы, служащіе для *воздушной сигнализаціи*, представляютъ собою три группы: 1) приборы, на которыхъ отпечатлѣвается самая запись, 2) приборы, производящіе эту запись или записывающіе и, наконецъ, 3) приборы, воспринимающіе работы произношенія и посылающіе соотвѣтствующіе импульсы къ приборамъ записывающимъ.

Къ первому типу приборовъ относятся разные виды *кимографовъ*[1]), изъ которыхъ мы опишемъ лишь одинъ (работы французскаго механика V e r d i n'а), сравнительно не дорогой, но прекрасно выполняющій свое назначеніе. Этотъ кимографъ состоитъ изъ часового механизма (A) съ довольно сильной пружиной, утвержденнаго на одномъ краѣ металлической горизонтально-лежащей рамы (B), на другомъ концѣ которой возвышается металлическая подставка (C). Со стороны часового механизма выступаютъ три стержня (D) зубчатыхъ колесъ, которые заканчиваются остріями и вращаются съ различною скоростью соотвѣтственно ходу ихъ колесъ; со стороны же подставки этимъ стержнямъ соотвѣтствуютъ по высотѣ и мѣсту расположенія три винта (E). Между остріемъ одного

[1]) Названіе «кимографъ» составлено изъ греческихъ словъ τὸ κῦμα «волна» и γράφω «пишу», такъ какъ этотъ приборъ въ самомъ началѣ служилъ для записыванія на немъ кривыхъ отъ волнъ кровяного давленія, но потомъ онъ сталъ примѣняться для записи также и разнаго рода другихъ движеній, въ томъ числѣ артикуляціонно-рѣчевыхъ.

изъ стержней и противоположнымъ ему винтомъ вставляется ось полаго металлическаго цилиндра (F), который, благодаря сцѣпленію (G) со стержнемъ, пріобрѣтаетъ вращательное движеніе. Смотря по тому, съ какимъ изъ стержней скрѣплена ось цилиндра, этотъ послѣдній пріобрѣтаетъ соотвѣтствующую скорость вращенія, при чемъ равномѣрность движенія, наступающая съ извѣстнаго оборота [1]), достигается посредствомъ особаго регулятора [2]) (H), соединеннаго съ часовымъ

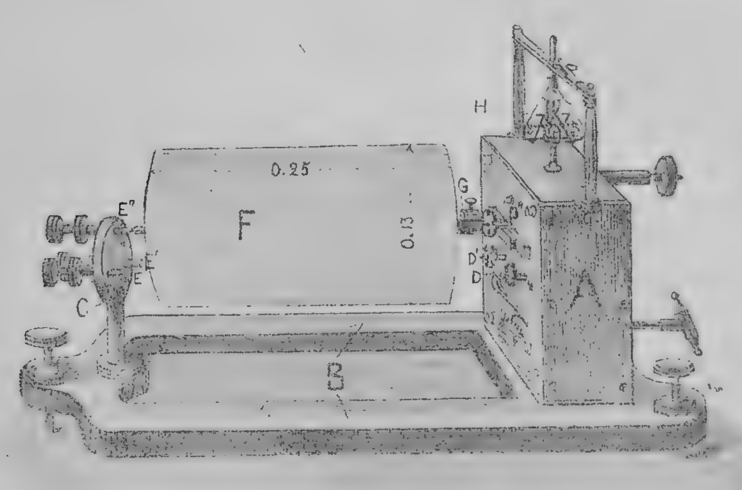


Рис. 1. Кимографъ Вердэна.

механизмомъ. Поверхность цилиндра покрываютъ гладкою бумагою, которую затѣмъ слегка коптятъ (посредствомъ свѣчи или газоваго пламени), такъ что каждое прикосновеніе къ ней оставляетъ бѣлый слѣдъ; вполнѣ понятно поэтому, что

---

[1]) По нашимъ наблюденіямъ, при малой скорости равномѣрность вращенія достигается со второго оборота, при средней—съ третьяго и при большой—съ пятаго оборота.

[2]) Системы Фуко.

всякое неподвижное остріе, касающееся поверхности цилиндра, будетъ при вращеніи послѣдняго прочерчивать тонкую прямую линію, параллельную боковымъ краямъ цилиндра; всякое же отклоненіе острія вправо или же влѣво дастъ при вращеніи цилиндра нѣкоторую кривую.

На какой бы скорости вращенія ни былъ установленъ цилиндръ, благодаря равномѣрности его движенія мы можемъ опредѣлить *время*, затрачиваемое на прочерчиваніе остріемъ линіи, занимающей извѣстную часть окружности цилиндра. Для этого можно воспользоваться двумя способами: однимъ— болѣе грубымъ и другимъ—совершенно точнымъ. Первый способъ состоитъ въ томъ, что, опредѣливъ окружность цилиндра въ сантиметрахъ и время одного оборота, вычисляютъ по этимъ даннымъ время, затрачиваемое на прочерчиваніе линіи длиною въ одинъ сантиметръ, или же миллиметръ, а затѣмъ при помощи этого масштаба уже легко опредѣляется и временная длительность любой прочерченной линіи. При второмъ способѣ опредѣленія времени единицей сравненія служатъ вибраціи камертона, дѣлающаго опредѣленное число колебаній въ секунду, напр. 100, и записанныя на данной скорости. Такъ какъ эти колебанія равны между собою, то можно принять длину каждой вибраціи за мѣру времени, которая въ записи камертона, дѣлающаго 100 колебаній въ секунду, равна $^1/_{100}$ секунды. Такъ какъ получаемыя при фонетическихъ записяхъ вибраціи голоса очень мелки, то послѣдція изслѣдуютъ обычно съ помощью микроскопа, снабженнаго окуляромъ съ микрометрическими дѣленіями, при чемъ опредѣляютъ число дѣленій, приходящихся на одну вибрацію камертона; затѣмъ при разсмотрѣніи графикъ отъ произношенія къ нимъ примѣняется уже, въ качествѣ единицы мѣры, это число дѣленій микрометра, точно соотвѣтствующее времени одного колебанія камертона. Здѣсь мы прилагаемъ (рис. 2) масштабъ длинъ, проходимыхъ точкою окружности цилиндра въ указанныя цифрами секунды или же доли секунды при трехъ

скоростяхъ кимографа Вердэна (при этомъ буквы М., Ср. и Б. обозначаютъ малую, среднюю и большую скорости):

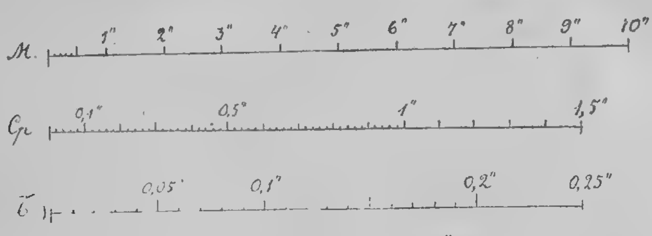


Рис. 2. Масштабы для графикъ.

Вторую группу приборовъ, т. е. записывающихъ, составляютъ т. наз. *воздушные барабанчики*, утверждаемые передъ цилиндромъ на особомъ штативѣ, который вмѣстѣ съ ними можетъ перемѣщаться вдоль цилиндра по особымъ рельсамъ, закрѣпленнымъ на металлической рамѣ, и называется телѣжкою или саннымъ приборомъ къ кимографу (рис. 3).



Рис. 3. Телѣжка къ кимографу.

Воздушный барабанчикъ (рис. 4) представляетъ собою плоскую металлическую чашечку (А), затянутую упругою мембраной (обыкновенно резиновой). Въ центрѣ мембраны прикрѣпленъ

стерженекъ (B), который служитъ для поддерживанія рычажка, одинъ конецъ котораго соединенъ шарниромъ (C) съ неподвижной рукояткой (D) чашечки, а другой, свободный (E) служитъ для насадки какого-либо легкаго и достаточно длиннаго острія, т. наз. перышка, касающагося цилиндра. Наконецъ, полость воздушнаго барабанчика имѣетъ отводную метталическую трубку (F), на которую надѣвается каучуковая трубка и которая вмѣстѣ съ послѣднею проводитъ въ полость барабанчика всѣ измѣненія воздушной среды, происходящія отъ произношенія. Такимъ образомъ, сгущеніе воздуха или разрѣженіе его будетъ соотвѣтственно выпячивать или же втягивать мембрану барабанчика, а вмѣстѣ съ нею и двигать въ ту и другую сторону записывающій рычажекъ, который будетъ повторять всѣ движенія мембраны и воспроизводить

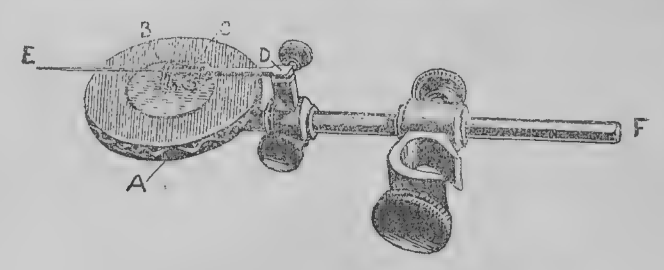


Рис. 4. Воздушный записывающій барабанчикъ.

ихъ въ видѣ кривой на поверхности вращающагося цилиндра, значительно увеличивая при этомъ амплитуду или размахъ колебаній мембраны. Благодаря этому, даже слабыя голосовыя вибраціи оставляютъ на цилиндрѣ слѣдъ, вполнѣ доступный для наблюденія и изслѣдованія.

Что касается приборовъ т р е т ь е й группы, т. е. непосредственно *воспринимающихъ работы произношенія*, то они представляютъ значительное разнообразіе въ своемъ устройствѣ, въ зависимости отъ разнообразія въ дѣйствіи различныхъ частей говорильнаго аппарата. Поэтому описаніе устройства этихъ спеціальныхъ приборовъ мы откладываемъ на послѣ-

дующія страницы, гдѣ будетъ излагаться анатомія и физіологія отдѣльныхъ частей аппарата рѣчи.

Въ заключеніе нашихъ вступительныхъ замѣчаній укажемъ еще рядъ общихъ пособій по экспериментальной фонетикѣ (съ ихъ сокращеннымъ обозначеніемъ, которымъ мы будемъ пользоваться въ дальнѣйшемъ):

L'abbé Rousselot Principes de Phonétique expérimentale, t. I—II (1897—1908)=Rousselot.

Scripture E. W. The Elements of Experimental Phonetics. New York, 1904=Scripture.

Gutzmann H. Physiologie der Stimme und Sprache (1909)=Gutzm.

Poirot J. Die Phonetik. Leipzig 1911 (въ Handbuch der physiologischen Methodik, hrsg. von R. Tigerstedt, B. III, 6[te] Abteilung)=Poirot.

Ершовъ С. И. Экспериментальная фонетика. Казань (1903), отт. изъ Уч. Зап. Унив. (дек. 1902 г.)=Ершовъ.

Богородицкій В. А. Опытъ физіологіи общерусскаго произношенія въ связи съ экспериментально-фонетическими данными. Казань (1909), отт. изъ Уч. Зап. Каз. Унив. (мартъ—іюнь 1909 г.)=Богород.

Что касается спеціальныхъ работъ, то онѣ будутъ указываться попутно при изложеніи соотвѣтствующихъ вопросовъ.

Изъ спеціальныхъ журналовъ, посвященныхъ разработкѣ вопросовъ экспериментальной фонетики, назовемъ:

La Parole, éd. par Rousselot, т. I—V (1899—1903), VI, № 1 (1904).

Revue de Phonétique publiée par l'Abbé Rousselot et Hubert Pernot, т. I сл. (1911 сл.).

Vox, Internationales Zentralblatt für experimentelle Phonetik, von H. Gutzmann und G. Panconcelli-Calzia, т. I сл. (1913 сл.).

Кромѣ того, не мало статей по экспериментальной фонетикѣ помѣщено въ разныхъ лингвистическихъ, а также физіологическихъ и физическихъ журналахъ; такое распредѣленіе статей по журналамъ трехъ спеціальностей вполнѣ естественно, такъ какъ въ вопросахъ экспериментальной фонетики, какъ было сказано, лингвистика, физіологія и физика тѣсно соприкасаются между собою.

Глава 1-ая.

Сторона анатомо-физiологическая въ произношенiи и способы экспериментальнаго изученiя ея.

Съ анатомо-физiологической точки зрѣнiя нашъ аппаратъ рѣчи можетъ быть подраздѣленъ на пять основныхъ работающихъ частей: 1) дыхательный аппаратъ, 2) гортань, 3) мягкое небо, 4) аппаратъ нижней челюсти и 5) органы произношенiя — языкъ и губы. Этого порядка мы и будемъ придерживаться при описанiи и изученiи работъ названныхъ частей говорильнаго аппарата.

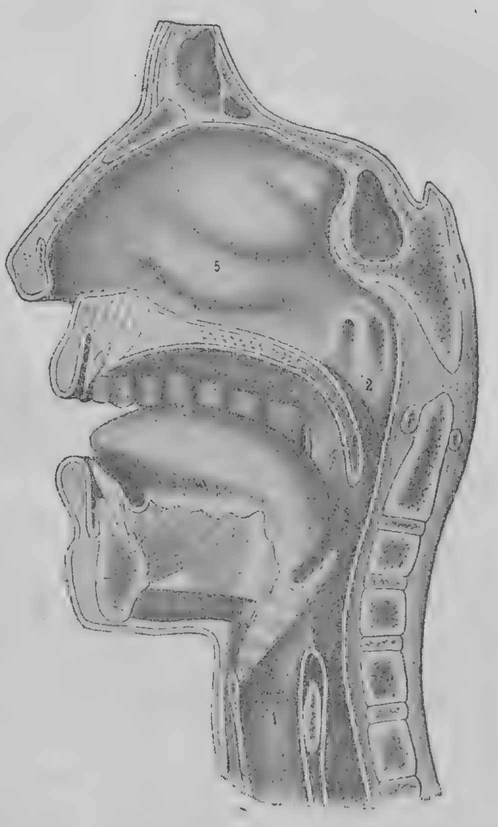


Рис. 5. Видъ говорильнаго аппарата въ сагиттальномъ разрѣзѣ (по Testut). 1. Правая голосовая связка; 2. Полость глотки; 3. Мягкое небо опущено; 4. Мягкое небо поднято и касается задней стѣнки глотки; 5. Полость носа.

1) Дыхательный аппаратъ.

Для своей рѣчи мы пользуемся выдыхательнымъ токомъ воздуха, который, благодаря тому или другому дѣйствiю

прочихъ частей говорильнаго аппарата, переработывается въ разнообразные звуки рѣчи. Такимъ образомъ дыхательный аппаратъ, давая матеріалъ для производства звуковъ, является какъ бы источникомъ для полученія рѣчи, а потому съ него именно мы начинаемъ свое изложеніе.

Нашъ дыхательный аппаратъ, заключенный въ грудной клѣткѣ, состоитъ изъ легкихъ, которыя въ свою очередь обра-

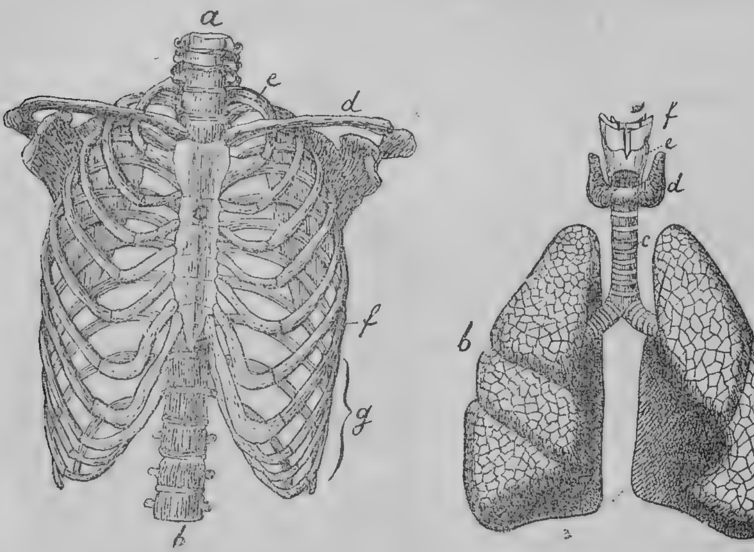


Рис. 5. Грудная клѣтка спереди: *ab*—позвоночный столбъ, *c*—грудина, *d*—ключица, *ef*—семь верхнихъ реберъ, непосредственно соединенныхъ съ грудиною, *g*—пять нижнихъ реберъ, не соединенныхъ непосредственно съ грудиною.

Рис. 6. Легкія съ трахеей (видъ спереди): *a* и *b*—лѣвое и правое легкое, *c*—трахея, *d*—щитовидная желѣза, *e*—гортань, подвѣшенная тремя своими связками къ подъязычной кости (*f*).

зуются изъ двухъ различныхъ частей—трубчатой и пузырчатой, переходящихъ другъ въ друга. Трубчатая часть начинается внѣ грудной клѣтки дыхательнымъ горломъ (трахеей), которое идетъ отъ гортани и затѣмъ, вступивъ въ грудную полость, расходится на двѣ главныя вѣтви или бронхи (для праваго и лѣваго легкаго) съ ихъ дальнѣйшими развѣтвленіями; эти послѣднія, становясь все мельче и мельче, дости-

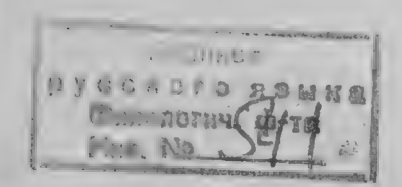
гаютъ наконецъ микроскопическихъ размѣровъ въ діаметрѣ и переходятъ въ пузырчатыя микроскопическія расширенія съ тончайшими эластичными стѣнками—въ т. наз. легочные пузырьки, которые, насчитываемые милліонами, и образуютъ пузырчатую ткань легкихъ. Трубчатая часть дыхательнаго органа при дыханіи не мѣняется, а служитъ лишь проводникомъ воздуха во вторую часть органа—пузырчатую, которая мѣняетъ свои размѣры въ связи съ вдыханіемъ и выдыханіемъ. Посмотримъ теперь, какъ происходитъ самый процессъ дыханія въ его обѣихъ фазахъ, т. е. вдыханіи и выдыханіи.

Актъ *вдыханія* вызывается увеличеніемъ объема грудной полости во всѣхъ трехъ измѣреніяхъ—сверху внизъ, сзади напередъ и въ бока, т. е. вправо и влѣво. Увеличеніе грудной полости *сверху внизъ* достигается сокращеніемъ *грудобрюшной преграды,* такъ какъ этотъ сводообразный мускулъ, отдѣляющій грудную полость отъ брюшной, вслѣдствіе сокращенія выпрямляется, и такимъ образомъ грудная полость въ вертикальномъ направленіи увеличивается на счетъ брюшной. Въ этомъ мы наглядно убѣждаемся изъ того, что при вдыханіи вмѣстѣ съ расширеніемъ грудной клѣтки замѣчается выпячиваніе передней стѣнки живота, происходящее отъ надавливанія уплощенной діафрагмы на содержимое брюшной полости. Увеличеніе грудной полости *сзади напередъ* достигается поднятіемъ переднихъ концовъ *реберъ*, соединенныхъ съ грудною костью или *грудиною.* Чтобы понять это, представимъ въ схематическомъ изображеніи (рис. 7) часть позвоночника (AB) съ прикрѣпленнымъ къ нему ребромъ CD, которое впереди соединено съ отрѣзкомъ грудины (C); при этомъ положеніи ребра (т. е. CD), съ его косвенно опущеннымъ внизъ переднимъ концомъ, передне-задній діаметръ грудной клѣтки будетъ равенъ перпендикуляру CF; вполнѣ понятно, что при поднятомъ положеніи того же ребра до точки E передне-задній діаметръ (EG) грудной клѣтки увеличится про-





2



тивъ прежняго. Увеличеніе грудной полости *вправо и влѣво* достигается тѣмъ же самымъ поднятіемъ реберъ, благодаря ихъ изогнутости, а также и упругости хрящевой части. Это вдыхательное поднятіе реберъ, влекущее за собою увеличеніе какъ передне-задняго, такъ и бокового размѣра груди, производится мышцами, нисходящими къ грудной клѣткѣ отъ позвоночника, головы и плеча, а также и мышцами межреберными, которыя заполняютъ всѣ промежутки между ребрами. [1]) Благодаря вышеописанному расширенію грудной полости, легкія, герметически прилегая къ ея стѣнкамъ, необходимо слѣдуютъ за движеніями послѣднихъ, т. е. расширяются, присасывая тѣмъ къ себѣ наружный воздухъ чрезъ дыхательное горло и выше лежащія полости.

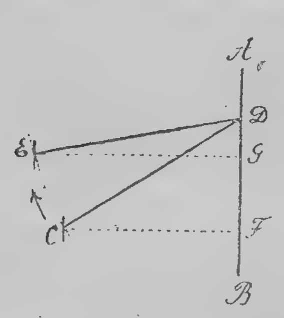


Рис. 7. Схема расширенія грудной клѣтки.

За вдыханіемъ непосредственно слѣдуетъ фаза *выдыханія*, благодаря тому, что мышцы, которыя вызвали расширеніе грудной полости во время фазы вдыханія, теперь разслабляются, а это влечетъ за собою возвращеніе реберъ къ прежнему опущенному состоянію; вмѣстѣ съ тѣмъ и грудобрюшная преграда переходитъ въ разслабленіе, а брюшные органы, надавливая на нее, придаютъ ей опять форму купола. Это измѣненіе грудной клѣтки, уменьшая ея вмѣстимость, въ свою очередь вызываетъ сжиманіе пузырчатой части легкихъ и соотвѣтствующее вытѣсненіе воздуха наружу. [2]) Фаза новаго вдыханія присоединяется къ произведенному выдоху

---

[1]) Общій обзоръ этихъ мышечныхъ группъ см. у Rousselot стр. 235—240.

[2]) Такъ происходитъ выдыханіе, для произведенія котораго, какъ видимъ, никакихъ особыхъ силъ, кромѣ упругости частей, не нужно; однако при усиленномъ дыханіи также и выдыханіе становится активнымъ, причемъ къ дѣйствію упругихъ силъ присоединяется дѣятельность мышцъ выдыхательныхъ (срв. ниже о фонаціонномъ выдыханіи).

не непосредственно, но послѣ нѣкоторой остановки или паузы, такъ что, собственно говоря, актъ дыханія слагается изъ трехъ моментовъ—вдыханія, выдыханія и остановки; это подтверждаютъ какъ простое самонаблюденіе, такъ и опыты съ пневмографомъ (см. ниже). Нужно замѣтить, что при выдыханіи далеко не весь воздухъ выходитъ изъ легкихъ, а только около $^1/_6$; такъ, если объемъ всего воздуха въ легкихъ равняется тремъ литрамъ (т. е. около четверти ведра въ нашихъ мѣрахъ), то обычно мы выдыхаемъ, какъ и вдыхаемъ, нѣсколько болѣе полулитра; [1]) мы можемъ искусственно усилить выдыханіе и выпустить еще около $1^1/_2$ литра, но оставшійся одинъ литръ не можетъ уже выйти изъ легкихъ, такъ какъ дальнѣйшее сжатіе грудной клѣтки невозможно.

Скажемъ теперь нѣсколько словъ о *дыхательномъ центрѣ*, возбужденіе котораго производитъ дыхательную ритмику. Изслѣдованія показали, что нервный центръ, вызывающій дыхательныя движенія, помѣщается въ *продолговатомъ мозгу* и дѣйствуетъ автоматически; въ этомъ мы убѣждаемся изъ того, что воля, какъ бы сильна она ни была у человѣка, не въ состояніи однакожъ противостоять потребности къ дыханію, въ концѣ концовъ берущей перевѣсъ и заставляющей сдѣлать вдыханіе. Но и для автоматической дѣятельности нужны импульсы; на основаніи производившихся изслѣдованій полагаютъ, что возбужденіе дыхательнаго центра къ дѣятельности производится извѣстнымъ составомъ крови, протекающей по продолговатому мозгу, составомъ, вырабатывающимся въ промежуткѣ между двумя вдыханіями. Извѣстно, что когда совершается вдыханіе, то кровь насыщается кислородомъ и освобождается отъ углекислоты, но затѣмъ съ каждымъ обо-

[1]) Мои наблюденія надъ собственнымъ спокойнымъ выдыханіемъ съ омощью спирометра Вердэна (объ этомъ приборѣ говорится ниже) показали въ среднемъ 65 сантилитровъ для одного выдоха, при чемъ предѣльными цифрами въ отдѣльныхъ наблюденіяхъ были 47 и 96.

ротомъ по тѣлу она становится вновь бѣднѣе кислородомъ и богаче углекислотою или, какъ говорятъ, все болѣе и болѣе венозною. И вотъ, достигнувъ извѣстной степени венозности, кровь эта, протекая по продолговатому мозгу, начинаетъ раздражать дыхательный центръ, вѣроятно—химически, и вызываетъ новое вдыханіе.

При спокойномъ дыханіи фазы вдыханія и выдыханія одинаковы по своей длительности, но во время рѣчи, для которой мы пользуемся фазой выдыханія, эта послѣдняя значительно удлиняется, при чемъ выдыхательный токъ воздуха дробится на отдѣльные толчки, соотвѣтствующіе рѣчевымъ слогамъ. Такое удлиненное выдыханіе, приспособленное къ произнесенію словъ, въ противоположность простому называется *фонаціоннымъ*. Для произведенія такой сложной и тонкой фонаціонно-выдыхательной дѣятельности требуется участіе не только выдыхательныхъ мышцъ, но и ихъ антагонистовъ или вдыхателей, сдерживающихъ и регулирующихъ спаденіе грудной клѣтки, чѣмъ и достигается возможность производить слоговые толчки разной силы и длительности, въ соотвѣтствіи съ антропофоническимъ строеніемъ фразъ и словъ и ихъ ударяемыми и неударяемыми слогами. Такимъ образомъ, съ началомъ фонаціоннаго выдыханія дѣятельность вдыхательныхъ мышцъ не разомъ переходитъ къ разслабленію, но постепенно, такъ чтобы выдыхаемая воздушная масса грудной клѣтки, находясь подъ соотвѣтственно мѣняющимся давленіемъ, получала надлежащую фонаціонную расчлененность [1]). Вполнѣ понятно, что эта фонаціонная работа ды-

---

[1]) Что касается болѣе детальнаго анатомо-физіологическаго разсмотрѣнія антагонизма мышечной дѣятельности при фонаціонномъ выдыханіи, то мы не беремъ на себя этой задачи, такъ какъ здѣсь мы встрѣчаемся съ различіемъ взглядовъ, которые и теперь еще окончательно не установились. Срв.: Merkel C. L. Physiologie der menschlichen Sprache (1866), гдѣ авторъ главную сдерживающую и регулирующую роль при фонаціонномъ выдыханіи приписываетъ грудобрюшной преградѣ въ борьбѣ или антагонизмѣ съ

хательнаго аппарата требуетъ кромѣ участія автоматическаго дыхательнаго центра еще и волевыхъ или моторныхъ (въ соотвѣтствующихъ частяхъ большого мозга), которые въ свою очередь находятся въ связи съ главнымъ рѣчевымъ центромъ, посылающимъ общій произносительный импульсъ ко всѣмъ частямъ говорильнаго аппарата, участіе которыхъ требуется для даннаго слова или словосочетанія. [1])

Ознакомившись съ механизмомъ фонаціоннаго выдыханія, мы остановимся на разсмотрѣніи тѣхъ средствъ, которыми располагаетъ экспериментальная фонетика для изслѣдованія работъ этого механизма. Прежде всего замѣтимъ, что это изслѣдованіе можетъ вестись въ трехъ различныхъ направленіяхъ: 1) изученіе фонаціоннаго измѣненія размѣровъ грудной клѣтки (при помощи пневмографа), 2) изслѣдованіе объемовъ выдыхаемаго воздуха при произношеніи звуковъ и словъ (посредствомъ спирометра) и 3) изученіе силы или напора выдыхательнаго тока воздуха при произношеніи (главнымъ образомъ при помощи амбушюра).

брюшнымъ прессомъ (стр. 12—13, 73; срв. его же Anthropoph. стр. 914); см. далѣе: Сѣченовъ И. Физіологическіе очерки, I (1898), гдѣ выясняется, что наружныя межреберныя мышцы должны входить въ группу вдыхателей, а внутреннія—ихъ антагонистовъ (стр. 113—114); Landois L. Учебникъ физіологіи человѣка (1898)[2] нѣсколько модифицируетъ подобное пониманіе функціи внѣшнихъ и внутреннихъ межреберныхъ мышцъ (стр. 248—249); Зерновъ Д. Руководство описательной анатоміи человѣка, ч. I (1898), обращаетъ вниманіе на взглядъ Henle и присоединяетъ къ нему свое мнѣніе (стр. 293—294). Изъ новѣйшей литературы см. Gutzm.: повторивъ взглядъ Merkel'а и указавъ на несогласія въ воззрѣніяхъ на функцію межреберныхъ мышцъ, авторъ останавливается на иннерваціи грудобрюшной преграды и межреберныхъ мышцъ, при чемъ подчеркиваетъ тотъ фактъ, что отъ самыхъ нижнихъ межреберныхъ нервовъ переходятъ вѣточки на край діафрагмы, и такимъ образомъ становится понятнымъ то, что движенія нижнихъ реберъ и грудобрюшной преграды всегда совершаются въ полной гармоніи, какъ это встрѣчается напр. при глубокомъ дыханіи для декламаціи и пѣнія (стр. 4).

[1]) Срв. наши Лекціи по общему языковѣдѣнію (1915)[2] стр. 148—152.

Для изученія измѣненій въ окружности грудной клѣтки при фонаціонномъ выдыханіи служитъ особый приборъ, т. наз. ***пневмографъ***, представляющій собою нѣсколько разновидностей, изъ которыхъ мы остановимся на двухъ—французскаго механика Вердэна (Ch. Verdin) и нѣмецкаго ученаго Гутцмана (H. Gutzmann). Первый приборъ (см. рис. 8)

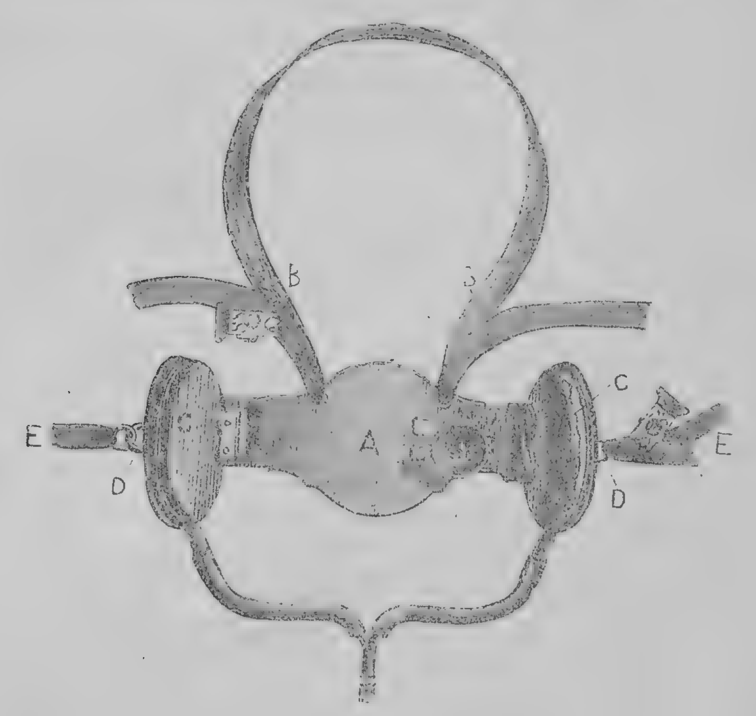


Рис. 8. Пневмографъ Вердэна.

состоитъ изъ алюминіевой пластинки (A), слегка изогнутой соотвѣтственно передней стѣнкѣ грудной клѣтки, и подвѣшивается къ шеѣ посредствомъ тесьмы (B) на той или другой высотѣ; эта пластинка снабжена на концахъ воздушными барабанчиками (C); въ центрѣ мембраны барабанчиковъ описываемаго пневмографа укрѣплено по крючку (D), которые служатъ для зацѣпленія нерастяжимой тесьмы (E), опоясывающей

туловище на данной высотѣ, а на отводныя трубочки барабанчиковъ насаживаются каучуковыя трубки, которыя затѣмъ при помощи Y-образной металлической трубочки или развилки соединяются въ одну, сообщающуюся въ свою очередь съ записывающимъ воздушнымъ барабанчикомъ. Посмотримъ, какъ происходитъ самая запись даннымъ пневмографомъ. При *вдыханіи*, когда грудная клѣтка расширяется, опоясывающая нерастяжимая тесьма оттягиваетъ крючки обоихъ барабанчиковъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и резиновыя мембраны послѣднихъ; вслѣдствіе этого объемъ полости барабанчиковъ увеличивается и воздухъ разрѣжается какъ въ нихъ, такъ и въ отходящихъ трубкахъ вплоть до записывающаго барабанчика, мембрана котораго соотвѣтственно втягивается, отклоняя въ свою сторону и пишущій рычажокъ. При *выдыханіи* мембрана барабанчиковъ пневмографа постепенно возвращается къ прежнему положенію, вызывая соотвѣтственное уплотненіе воздуха внутри прибора, а вмѣстѣ съ тѣмъ и движеніе пишущаго рычажка въ обратную сторону.



Рис. 9. Пневмографъ Гутцмана.

Пневмографъ Гутцмана представляетъ болѣе простое устройство по сравненію съ только-что описаннымъ пневмографомъ. Онъ состоитъ изъ мягкой гуттаперчевой трубки (ок. 4 сант. въ діаметрѣ), заключенной въ нерастяжимый полотняный футляръ и прикладываемой горизонтально къ грудной клѣткѣ; концы полотнянаго футляра снабжены нерастяжимой тесьмой, опоясывающей туловище сзади и удерживающей трубку пневмографа на той или другой высотѣ. Изъ середины этой трубки отходитъ перпендикулярно отводная гуттаперчевая трубка (малаго діаметра), съ которою посредствомъ металлической трубки соединяется трубка записывающаго барабанчика. При вдыханіи трубка пневмографа болѣе и болѣе стѣс-

няется въ своемъ футлярѣ, благодаря чему воздухъ, находящійся внутри его, уплотняется, а это вызываетъ соотвѣтственное выпячиваніе мембраны записывающаго барабанчика и отклоненіе въ ту же сторону и пишущаго рычажка (при выдыханіи, какъ и въ первомъ приборѣ, перышко возвращается назадъ). Ясно, что здѣсь движеніе рычажка по своему направленію противоположно движенію рычажка въ пневмографѣ Вердэна, потому что въ послѣднемъ фазѣ вдыханія соотвѣтствуетъ разрѣженіе воздуха въ записывающемъ барабанчикѣ, здѣсь же—напротивъ—сгущеніе.

Нижеслѣдующіе два рисунка представляютъ одновременную запись обоими пневмографами спокойнаго дыханія въ его двухъ фазахъ (рис. 10) и дыханія во время рѣчи (рис. 11)—на малой скорости вращенія цилиндра:

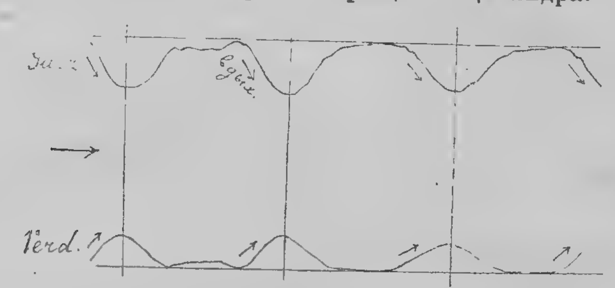


Рис. 10. Графика спокойнаго дыханія.

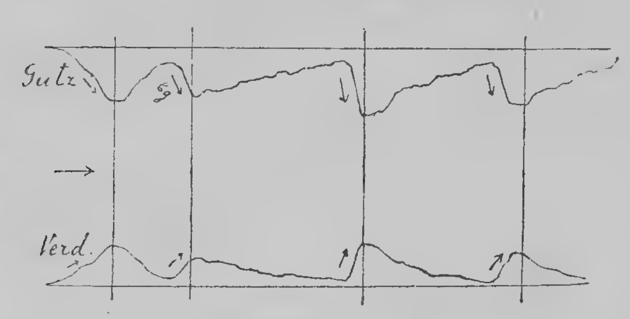


Рис. 11. Графика фонаціоннаго дыханія.

Приведенные два рисунка достаточно свидѣтельствуютъ о согласіи въ показаніяхъ обоихъ пневмографовъ. На первомъ

рисункѣ мы видимъ равномѣрность спокойнаго дыханія, а второй рисунокъ показываетъ, какъ во время произношенія моментъ вдыханія (отмѣченный на рисункѣ стрѣлкою) становится короткимъ и быстрымъ, тогда какъ выдыханіе замедляется.

Такъ какъ при медленной скорости вращенія частные зубчики звуковыхъ элементовъ выходятъ слишкомъ короткими, то мы для болѣе детальнаго изученія произношенія въ его элементахъ воспользуемся среднею скоростью вращенія цилиндра. При этомъ мы начнемъ съ отдѣльныхъ звуковъ (напр. *А*, *П*), затѣмъ перейдемъ къ слогамъ (напр. *ПА*, *АП*) и, наконецъ, къ словамъ (напр. *ПА́-ПА*, *ПА-ПА́*).

Въ первомъ случаѣ (*А*, *П*) кривая фонаціоннаго выдыханія содержитъ рядъ выступовъ, соотвѣтствующихъ произношенію отдѣльныхъ звуковъ. При этомъ каждый выступъ представляетъ собою сначала небольшой подъемъ, выражающій какъ бы новое небольшое расширеніе грудной клѣтки спеціально для произнесенія даннаго звука, затѣмъ среднюю часть, соотвѣтствующую замедленному фонаціонному выдыханію во время звучанія гортани или же смычки и, наконецъ, рекурсію дыхательнаго движенія съ болѣе значительнымъ спаденіемъ грудной клѣтки. Такимъ образомъ, и въ области дыхательнаго аппарата произношеніе каждаго звука слагается изъ трехъ моментовъ—экскурсіи, средней части и рекурсіи. Чтобы видѣть соотношеніе этихъ моментовъ съ соотвѣтствующими артикуляціонными, мы присоединили одновременную запись работы губъ (см. рис. 12 и 13).

Указанные рисунки представляютъ кривую дыханія и синхронистическую запись губной артикуляціи при произношеніи отдѣльныхъ гласнаго *А* и согласнаго *П*: какъ видно изъ рисунка, расширеніе (вторичное) грудной клѣтки совпадаетъ съ моментомъ экскурсіи губъ; послѣ задержки линія пневмографа указываетъ на спаденіе грудной клѣтки и идетъ

уже ниже того уровня, отъ котораго началось произношеніе звука.

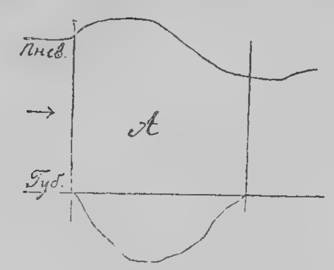


Рис. 12. Графика выдыханія и губная для гласнаго *А*.

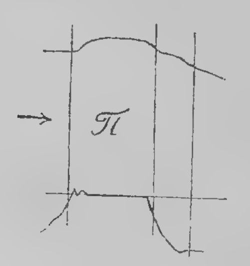


Рис. 13. Графика выдыханія и губн. для *П*.

Что касается слоговъ типа *ПА* и *АП*, то каждый такой слогъ бываетъ представленъ на линіи пневмографа одной общей волной, а это указываетъ на единство выдыхательнаго толчка при произнесеніи отдѣльнаго слога.

Наконецъ, если мы будемъ повторять отдѣльное слово, то каждый разъ будетъ воспроизводиться одна и та же кривая съ слоговыми выступами, выражая собою выдыхательное единство слова съ его слоговыми частями. Замѣтимъ при этомъ, что разница словъ типа *ПА́ПА* и *ПАПА́* отражается на графикѣ тѣмъ, что слоговой выступъ ударенпаго слога превосходитъ неударенный, какъ это видно изъ прилагаемыхъ графикъ обоихъ словъ (рис. 14 и 15).

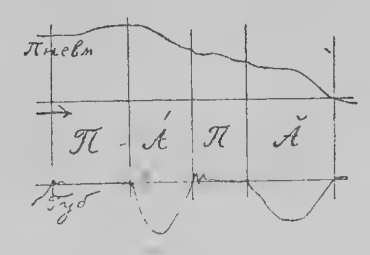


Рис. 14. Графика выдыханія и губн. для слова *ПА́ПА*.

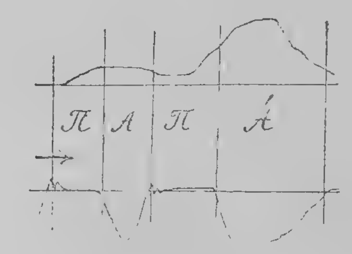


Рис. 15. Графика выдыханія и губн. для слова *ПАПА́*.

Сказанное относится и къ фразѣ, произносимой однимъ выдыханіемъ; каждая такая фраза отдѣляется отъ другой вдыхательнымъ угломъ (см. выше кривую на малой скорости—рис. 11). [1])

Какъ выше было упомянуто, для изслѣдованія объемовъ выдыхаемаго воздуха при произношеніи пользуются спеціальными измѣрительными приборами, т. наз. *спирометрами*. Здѣсь мы опишемъ одинъ изъ нихъ—спирометръ Вердэна, съ помощью котораго производились наши опыты. Приборъ этотъ (см. рис. 16) представляетъ собою металлическій запаянный ящикъ съ двумя отверстіями на верхнемъ краѣ и съ циферблатомъ на передней сторонѣ. Въ одно изъ отверстій вкладывается каучуковая трубка съ амбушюромъ, [2]) въ который и произносятся различные звуки, слоги и слова, а другое отверстіе остается открытымъ. При произношеніи въ амбушюръ токъ выдыхаемаго воздуха приводитъ въ движеніе механизмъ прибора, который въ свою очередь передвигаетъ стрѣлки циферблата; при этомъ передвиженіе большой стрѣлки на одно дѣленіе указываетъ на выдохъ воздуха въ объемѣ 0,01 литра или, другими словами, одного кубическаго сантиметра, полный же кругъ въ движеніи стрѣлки соотвѣтствуетъ цѣлому литру или 100 куб. сант.; что касается двухъ малыхъ стрѣлокъ, [3]) то одна ведетъ счетъ цѣлымъ литрамъ, отъ одного

---

[1]) Срв. Oussof N. Etudes expérimentales sur une prononciation russe, II—Action du thorax, въ журналѣ La Parole 1899, стр. 705—712; Grégoire A. Note sur l'action du thorax dans la phonation (ib. стр. 718—720).

[2]) На рис. 16-омъ амбушюръ при трубкѣ не изображенъ.

[3]) Онѣ отсутствуютъ на нашемъ рисункѣ, такъ такъ мы, считая ихъ излишними для цѣлей фонетики и полагая, что онѣ слегка затрудняютъ общее движеніе механизма, съ помощью университетскаго механика устранили ихъ вмѣстѣ съ относящимися къ нимъ зубчатыми колесами, для чего пришлось отнять переднюю стѣнку прибора. При этомъ оказалось, что спирометръ внутри раздѣленъ перегородкою на верхнее и нижнее отдѣленіе: въ нижнемъ отдѣленіи помѣщается въ вертикальномъ положеніи двойной мѣхъ такъ, что плоскости его параллельны передней и задней стѣнкѣ

до десяти, а другая указываетъ декалитры. При изслѣдованіи произношенія приходится пользоваться преимущественно показаніями большой стрѣлки, такъ какъ каждый фонаціонный выдохъ въ цѣломъ обычно не превышаетъ одного литра. Однако при работахъ съ помощью описаннаго прибора слѣдуетъ считаться съ нѣкоторыми его несовершенствами: такъ, большая стрѣлка независимо отъ выдыхательныхъ толчковъ воздуха сама по себѣ можетъ на своей оси передвигаться вправо и влѣво въ предѣлахъ 2—3 дѣленій циферблата; такимъ образомъ можно думать, что при сравнительно слабомъ выдыхательномъ толчкѣ стрѣлка не отмѣтитъ его, и дѣйствительно, какъ мы убѣждались, въ отдѣльныхъ случаяхъ произношенія стрѣлка оставалась неподвижною; намъ кажется, далѣе, что двѣ остальныя стрѣлки для цѣлей экспериментально-фонетическихъ (или по крайней мѣрѣ отмѣчающая декалитры) излишни, а между тѣмъ такое осложненіе механизма не можетъ не уменьшать его чувствительности; наконецъ, къ недостаткамъ спирометра слѣдуетъ отнести его

спирометра; мѣхъ работаетъ попеременно тою и другою половиною (т. е. когда растянутъ одинъ мѣхъ, другой въ это время сомкнутъ; дальнѣйшее вдуваніе начинаетъ растягивать уже сомкнутый мѣхъ и т. д., на подобіе кузнечныхъ мѣховъ), при чемъ каждая половина своимъ движеніемъ дѣйствуетъ черезъ посредство рычага на свой вертикальный стержень, проходящій изъ нижняго отдѣленія въ верхнее; здѣсь оба стержня дѣйствуютъ на одну и ту же ось зубчатаго колеса, на которой наружи насажена сантилитровая стрѣлка. Вдуваемый воздухъ чрезъ входное отверстіе вступаетъ въ трубку того же діаметра, которая спускается по внутренней сторонѣ боковой стѣнки прибора на столько, чтобы отсюда направиться по нижней сторонѣ перегородки, и уже здѣсь переходитъ то въ тотъ, то въ другой мѣхъ, чѣмъ устраняется возможность перерыва въ струѣ выдыхаемаго воздуха. Кромѣ того, на верхней поверхности перегородки со стороны выходного отверстія помѣщена небольшая распредѣлительная коробка опредѣленнаго объема съ открывающимися и закрывающимися отверстіями, черезъ которую и уходитъ избытокъ воздуха въ выходное отверстіе. Это послѣднее снабжено маленькою соотвѣтствующаго размѣра крышечкою, подвѣшенною на цѣпочкѣ (какъ показано на рисункѣ), или же прилаженною къ отверстію при помощи шарнира.

полную непрозрачность и повсемѣстную запаянность, не позволяющія слѣдить за правильностью работы механизма. Не смотря однако на указанные недостатки, работа съ даннымъ приборомъ, при достаточномъ количествѣ опытовъ, приводитъ къ нѣкоторымъ постояннымъ результатамъ, оправдывающимся и повѣрочными изслѣдованіями. Такъ, напр., при нашихъ опытахъ надъ произношеніемъ сочетаній изъ глухого согласнаго съ гласнымъ всегда оказывалось, что сочетаніе изъ *придувного* согласнаго съ гласнымъ (напр. *ФА*) требовало значи-

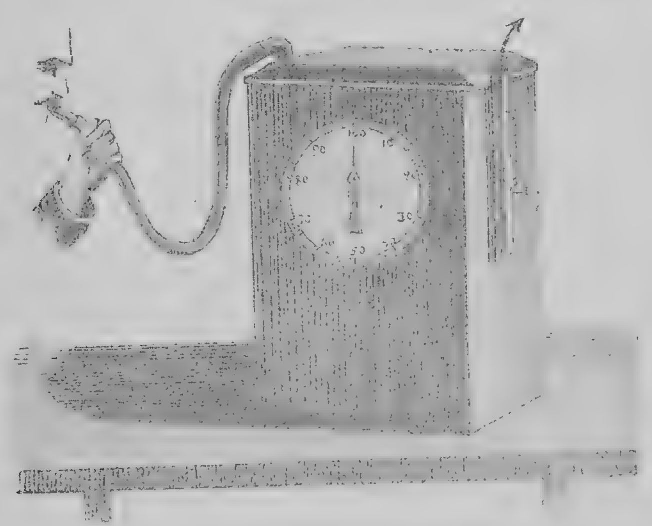


Рис. 16. Спирометръ Вердэна.

тельно бо́льшаго выдоха по сравненію съ сочетаніемъ изъ *взрывного* съ гласнымъ (напр. *ПА*), и т. п. Мало того, даже варіаціи въ показаніяхъ циферблата при повторномъ произношеніи одного и того́ же звука не имѣютъ характера простой случайности, какъ убѣдились мы, соединивъ амбушюръ спирометра посредствомъ особой отводной трубки съ записывающимъ барабанчикомъ, при чемъ цифры спирометра оказались въ удивительномъ согласіи съ высотою кривыхъ надъ абсциссою, равно какъ и съ амплитудою голосовыхъ вибрацій

на этихъ кривыхъ (произносились повторно гласные *А*, *I*, *У*).[1])

Примѣчаніе. Кромѣ спирометра Вердэна извѣстны и нѣкоторые другіе, изъ которыхъ укажемъ спирометръ *Гутцмана-Ветло* («Atemvolumschreiber») съ регистрирующимъ рычажкомъ (см. Gutzm. стр. 29—30, Poirot стр. 57—58), послужившій для наблюденій Е. А. Meyer'а, о которыхъ см. въ журналѣ Die neueren Sprachen, т. 21, 1913 г., стр. 77—81.

Что касается третьяго способа изученія работы дыхательнаго аппарата, т. е. изученія измѣненій въ напорѣ фонаціоннаго тока воздуха, то, какъ мы уже упоминали, таковое обыкновенно совершается при помощи *амбушюра*. Амбушюръ представляетъ собою небольшую металлическую или каучуковую воронку, приспособленную къ очертанію и размѣрамъ рта [2]), узкій конецъ которой соединяется каучуковою трубкой съ записывающимъ воздушнымъ барабанчикомъ, при чемъ оказывается значительное различіе въ характерѣ показаній амбушюра въ зависимости отъ размѣровъ регистрирующаго барабанчика: тогда какъ большіе барабанчики отмѣчаютъ главнымъ образомъ напоръ фонаціоннаго тока, малые воспроизводятъ преимущественно вибраціонное состояніе послѣдняго (какъ о томъ скажемъ ниже при изученіи дѣятельности гортани). При первой комбинаціи, на которой мы здѣсь остановимся, выдыхательный фонаціонный толчокъ воздуха, поступая въ амбушюръ, толкаетъ мембрану регистрирующаго барабанчика и отклоняетъ пишущій ея рычажокъ въ соотвѣтствующую сторону, послѣ чего перышко, сдѣлавъ одинъ или болѣе размаховъ, обусловленныхъ упругостью мембраны, съ паде-

---

[1]) Изъ изслѣдованій со спирометромъ Вердэна отмѣтимъ: Roudet L. De la dépense d'air dans la parole et de ses conséquences phonétiques (въ журналѣ La Parole 1900, стр. 200—230); Rousselot 818 сл.; для общерусскаго произношенія изслѣдованія были произведены Н. П. Андреевымъ, о которыхъ см. Уч. Зап. Казан. Унив. 1916 г. № 12, стр. 3 сл. въ части оффиц.

[2]) Рисунокъ амбушюра см. ниже при описаніи «записывающаго уха» (стр. 41).

ніемъ давленія направляется къ абсциссѣ. Вполнѣ понятно, что чѣмъ сильнѣе выдыхаемый толчокъ воздуха, тѣмъ больше отклонится перышко, и чѣмъ онъ стремительнѣе, тѣмъ быстрѣе совершится это отклоненіе и, слѣдов., тѣмъ круче будетъ подъемъ получаемой кривой. Такимъ образомъ, амбушюръ въ соединеніи съ записывающимъ барабанчикомъ бо̀льшаго размѣра даетъ возможность изслѣдовать выдыхаемый толчокъ воздуха съ трехъ сторонъ: со стороны степени напора воздуха, его стремительности и длительности. Къ сказанному нужно прибавить, что регистрирующій барабанчикъ можетъ быть подобранъ такъ, что будетъ одновременно записывать

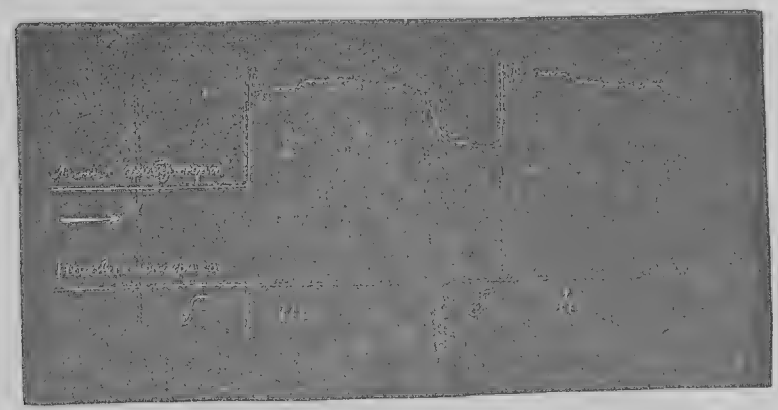


Рис. 17. Графика слова «биби́».

какъ напоръ выдыхательнаго тока, такъ и голосовыя вибраціи; на прилагаемомъ полусхематическомъ чертежѣ, воспроизводящемъ графику отъ произнесеннаго слова „биби́", верхняя кривая двумя своими подъемами отмѣчаетъ напоръ воздуха отъ взрыва смычки согласнаго *б* при переходѣ къ гласному *и* ударяемаго и неударяемаго слога, а въ то же время она даетъ и вибраціи голосового тона для тѣхъ же гласныхъ. [1])

[1]) Анализъ данной графики данъ нами въ нашихъ Очеркахъ по языковѣдѣнію и русскому языку (1911)[3] стр. 215 сл. Замѣтимъ кстати, что графики на стр. 24—26 въ дѣйствительности тоже представляютъ бѣлыя линіи на черномъ фонѣ.

Примѣчаніе. О другихъ приборахъ, служащихъ для изученія фонаціонно-выдыхательнаго тока воздуха, см. Poirot стр. 53–67. О наблюденіяхъ надъ давленіемъ выдыхательнаго фонаціоннаго тока на голосовую щель въ области трахеи при фистулѣ въ послѣдней см. Grützner Physiologie der Stimme und Sprache (1879), стр. 63—65 (съ помощью манометра), E. A. Meyer, l. c., стр. 146 сл. (съ помощью регистрирующаго воздушнаго барабанчика).

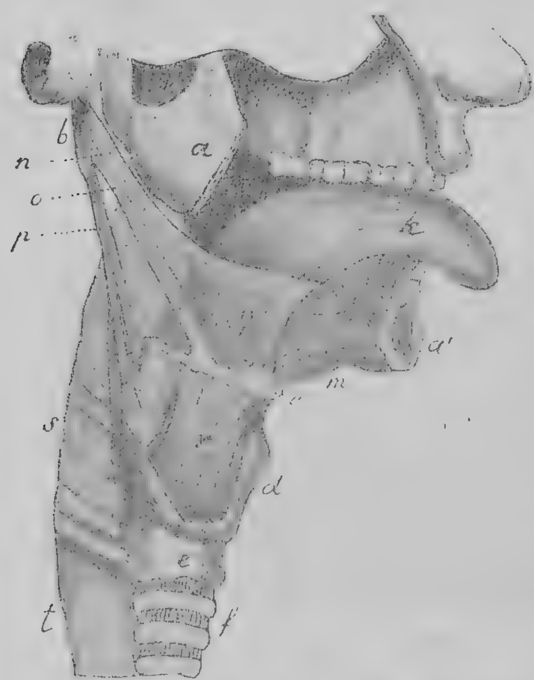


Рис. 18. Гортань съ выше и ниже лежащими частями (по Merkel'у): *a-a'* нижняя челюсть съ удаленною среднею частью, *b* шиловидный отростокъ, *c* подъязычная кость, *d* щитовидный хрящъ, *e* перстневидный хрящъ, *f* дыхательное горло, *k* языкъ, *l* подбородочно-язычная мышца, *m* подбородочно-подъязычная м., *n* шило-язычная м., *o* шило-подъязычная м., *p* шило-глоточная м., *q* подъязычно-язычная м., *r* щито-подъязычная м., *s* гортанно-глоточная м., *t* пищеводъ.

2) Гортань.

Посылаемый дыхательнымъ аппаратомъ токъ воздуха проходитъ прежде всего черезъ ***гортань***, разсмотрѣніемъ устройства и дѣйствія которой мы и займемся теперь. Гортань, являясь непосредственнымъ продолженіемъ дыхательнаго горла кверху, представляетъ собою трубковидное расширеніе, образуемое особыми сочлененными между собою хрящами, при чемъ оно въ верхнемъ своемъ отдѣлѣ затянуто двумя т. наз. голосовыми связками. Всѣ хрящи гортани въ мѣстахъ своего сочлененія соединены удерживающими ихъ связками; подобными же связками соединена самая гортань съ выше и ниже лежащими частями. Съ наружной своей стороны гортань

снабжена еще группою мышцъ, дѣйствiемъ которыхъ измѣняется относительное положенiе хрящей (а вмѣстѣ съ тѣмъ и укладъ голосовой щели) и производится движенiе всей гортани вверхъ и внизъ.

Остовъ гортани состоитъ изъ хрящей *перстневиднаго*, *щитовиднаго* и двухъ *черпаловидныхъ*.

Перстневидный хрящъ, примыкая къ верхнему кольцу дыхательнаго горла и соединяясь съ нимъ связкою (перстнегорловою), представляетъ собою какъ бы фундаментъ гортани и имѣетъ форму замкнутаго кольца съ большою печатью, причемъ послѣдняя образуетъ заднюю стѣнку гортани, а собственно кольцевая часть хряща обращена впередъ и легко прощупывается въ видѣ валика на передней части шеи.

Щитовидный хрящъ помѣщается надъ переднею частью перстневиднаго хряща и имѣетъ видъ двухъ четыреугольныхъ пластинокъ, соединенныхъ передними краями, при чемъ верхнiй уголъ ребра выдается впередъ, нося въ общежитiи названiе Адамова яблока. Заднiе края пластинокъ вытянуты вверхъ и внизъ въ рожки и подходятъ нижними рожками къ печати перстневиднаго хряща, съ которою и сочленяются.

Черпаловидные или *пирамидальные хрящи* представляютъ небольшiя трехгранныя пирамидки, сидящiя на суставныхъ поверхностяхъ верхняго края печати перстневиднаго хряща. Уголъ основанiя каждой пирамидки, обращенный внутрь трубки гортани, вытягивается въ т. наз. *голосовой отростокъ*, служащiй, какъ увидимъ, мѣстомъ прикрѣпленiя соотвѣтствующей голосовой связки, идущей сюда отъ щитовиднаго хряща, тогда какъ наружные углы основанiя пирамидокъ, извѣстные подъ названiемъ *мышечныхъ отростковъ*, служатъ для прикрѣпленiя мышцъ, поворачивающихъ черпаловидные хрящи около ихъ оси.

Къ перечисленнымъ хрящамъ нужно еще прибавить *надгортанникъ* или *надгортанный хрящъ*, представляющiй собою эластическую тонкую пластинку, закрывающую сверху входъ

въ гортань во время глотанія; своимъ нижнимъ узкимъ концомъ онъ прикрѣпляется посредствомъ связки къ верхнему углу щитовиднаго хряща на внутренней его поверхности, а верхняя часть, широкая и округленная, представляетъ изгибъ кверху и назадъ и торчитъ надъ гортанью.

Въ верхней части гортани протянуты спереди назадъ двѣ т. наз. *голосовыхъ связки*, ткань которыхъ состоитъ изъ эластическихъ и мышечныхъ волоконъ. Онѣ берутъ начало отъ внутренней поверхности ребра щитовиднаго хряща одна возлѣ другой и задними концами прикрѣпляются къ голосовымъ отросткамъ черпаловидныхъ хрящей. Благодаря подвижности послѣднихъ, прикрѣпленныя къ нимъ голосовыя связки могутъ раздвигаться и сближаться между собою, образуя различные уклады *голосовой щели*; при этомъ задняя часть щели образуется тѣми сторонами черпаловидныхъ хрящей, которыя обращены другъ къ другу, и составляетъ *межхрящевой отдѣлъ*, часть же голосовой щели отъ передняго прикрѣпленія голосовыхъ связокъ до голосовыхъ отростковъ наз. *межсвязочною* или *собственно голосовою щелью*.[1]) Главныхъ *укладовъ* голосовой щели *три*: 1) при дыханіи и произношеніи глухихъ звуковъ, 2) при произношеніи звонкихъ звуковъ и 3) при шепотномъ произношеніи этихъ послѣднихъ (см. рис. 19). При первомъ укладѣ (рис. I) задніе концы голосовыхъ связокъ вмѣстѣ съ черпаловидными хрящами удалены другъ отъ друга, образуя расширенную голосовую щель въ обоихъ ея отдѣлахъ; при второмъ укладѣ (рис. III) голосовая щель съужена въ обоихъ отдѣлахъ, при чемъ натянутыя голосовыя связки касаются одна другой и вибрируютъ своими краями при прохожденіи тока воздуха, издавая такимъ образомъ голосовой тонъ той или другой высоты; при третьемъ укладѣ (рис. II)

---

[1]) Надъ описанными голосовыми связками въ гортани выступаетъ еще пара т. наз. *ложныхъ голосовыхъ связокъ*, представляющихъ собою лишь складки слизистой оболочки и не участвующихъ въ самомъ звучаніи гортани.

голосовые отростки черпаловидныхъ хрящей вмѣстѣ съ голосовыми связками приближаются другъ къ другу, между тѣмъ какъ межхрящевая часть голосовой щели расширена. Бросимъ теперь взглядъ на тѣ мышечныя силы, дѣйствіемъ которыхъ производятся эти разнообразные уклады гортани.

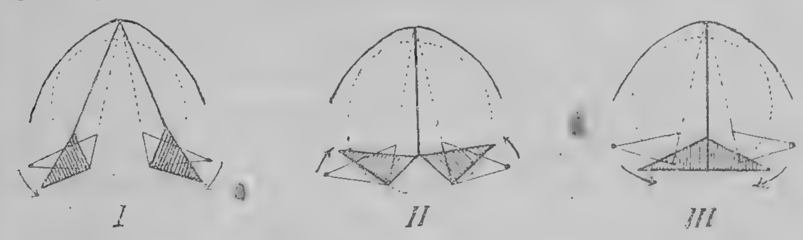


Рис. 19. Схематическое изображеніе трехъ укладовъ голосовой щели (по Гутцману): I—при дыханіи и глухихъ звукахъ; II—при шепотѣ; III—при звучаніи.

Мышцы гортани, отъ участія которыхъ получается тотъ или другой *укладъ голосовой щели*, могутъ быть подраздѣлены на двѣ группы: 1) мышцы, *расширяющія* и *съуживающія голосовую щель* и 2) служащія для *натяженія голосовыхъ связокъ*. Первая группа состоитъ изъ мышцъ, прикрѣпленныхъ къ мышечнымъ отросткамъ черпаловидныхъ хрящей, при чемъ однѣ изъ нихъ идутъ отъ этихъ отростковъ къ печати перстневиднаго хряща, а другія къ передней или кольцевой его части, и кромѣ того—изъ мышцъ, прикрѣпленныхъ къ черпаловиднымъ хрящамъ и переходящихъ при этомъ съ одного хряща на другой. Мышцы, идущія отъ мышечныхъ отростковъ къ печати перстневиднаго хряща (*перстне-черпаловидныя заднія*), при своемъ сокращеніи поворачиваютъ черпаловидные хрящи такимъ образомъ, что голосовые отростки расходятся, раздвигая этимъ и голосовыя связки, и такимъ образомъ получается *укладъ для глухихъ звуковъ*; мышцы же, идущія отъ мышечныхъ отростковъ къ передне-боковымъ частямъ перстневиднаго хряща (*перстне-черпаловидныя боковыя*), при своемъ сокращеніи поворачиваютъ черпаловидные хрящи такъ, что голосовые отростки

ихъ вмѣстѣ съ голосовыми связками сближаются, и такимъ образомъ получается *шепотный укладъ*; если же къ этому послѣднему укладу присоединится еще дѣйствіе мышцъ, заложенныхъ между черпаловидными хрящами и сближающихъ ихъ (*черпаловидныя поперечная и косвенныя*), то получится съуженіе голосовой щели въ обоихъ ея отдѣлахъ, необходимое для *звучанія гортани*. Что касается мышцъ второй группы, т. е. натягивающихъ голосовыя связки, то главнымъ образомъ сюда относятся мышцы, идущія отъ нижняго края щитовиднаго хряща къ обѣимъ сторонамъ перстневиднаго хряща (*перстне-щитовидныя*), которыя при своемъ сокращеніи осаждаютъ книзу переднюю часть щитовиднаго хряща вмѣстѣ съ прикрѣпляющимися къ нему голосовыми связками и такимъ образомъ *натягиваютъ* эти послѣднія. Кромѣ того, въ самую ткань голосовыхъ связокъ вплетены вдоль и поперекъ пучки мышечныхъ волоконъ, благодаря которымъ голосовыя связки, будучи натянуты основнымъ мускуломъ, могутъ получить еще внутреннее напряженіе и утончать свои края. [1])

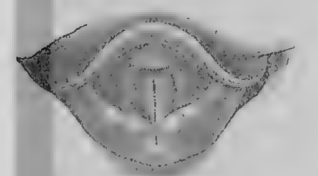
Примѣчаніе. Существуютъ еще мышцы, которыя поднимаютъ и осаждаютъ всю гортань и прикрѣплены къ наружной сторонѣ щитовиднаго хряща, при чемъ одна изъ нихъ идетъ вверхъ къ подъязычной кости и служитъ для поднятія гортани (*щито-подъязычная*), а другая направляется внизъ къ грудинѣ и служитъ для осажденія гортани (*грудино-щитовидная*). Работа первой происходитъ при повышеніи тона, а работа второй—при пониженіи; [2]) кромѣ того, гортань не остается на одномъ и томъ же уровнѣ при произношеніи различныхъ гласныхъ и согласныхъ.

---

[1]) Подробнѣе объ этомъ см. Grützner Physiologie der Stimme u. Sprache (1879) стр. 51—53. Что касается *иннерваціи* мышцъ гортани, то мышцы, видоизмѣняющія укладъ голосовой щели, получаютъ импульсы отъ нижняго, а мышцы, натягивающія голосовыя связки,—отъ верхняго гортаннаго нерва.

[2]) Эти движенія тѣсно связаны съ передвиженіями подъязычной кости при произношеніи (о которыхъ рѣчь ниже), и по-скольку тѣ и другія вліяютъ на повышеніе ударенныхъ слоговъ и пониженіе неударенныхъ (въ связи съ усиленіемъ или же ослабленіемъ слоговыхъ экспираціонныхъ толчковъ), постольку и можно считать ихъ сопутствующими факторами распредѣленія слоговъ по степени ударенности и неударенности въ словахъ и рѣчи.

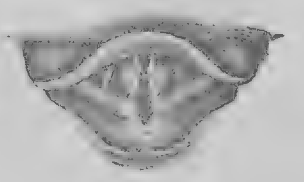
Всѣ вышеописанные уклады голосовой щели могутъ быть наблюдаемы посредствомъ *гортаннаго зеркала* (называемаго также *ларингоскопомъ*), столь часто примѣняемаго врачами при діагнозѣ заболѣваній горла и гортани (см. рис. 20). Нужно имѣть въ виду также и то, что видѣть уклады голосовой щели посредствомъ ларингоскопа можно и у самого себя; для этого нужно, сѣвъ передъ помѣщеннымъ впереди зеркальцемъ, ввести обычнымъ порядкомъ внутрь открытаго рта гортанное зеркало, на которое съ помощью надлежаще помѣщеннаго рефлектора наводится свѣтъ отъ лампы, и тогда изображеніе гортани, отражаясь отъ гортаннаго зеркала, должно падать на внѣшнее и такимъ образомъ становится



а) при звучаніи



б) при дыханіи и глухихъ звукахъ



в) при шепотѣ

Рис. 20. Ларингоскопическій видъ голосовой щели (по Чермаку).

видимымъ не только для другихъ, но и для лица, производящаго наблюденіе надъ самимъ собою; [1]) прибавимъ, что при этомъ возможно наблюдать даже самую смѣну глухого уклада на звонкій, если произносить повторно слогъ *ха*. Но казалось бы, что изслѣдователю отрѣзанъ путь къ наблюденію голосовой щели при смычныхъ согласныхъ и ихъ сочетаніяхъ съ гласными. На самомъ же дѣлѣ и эти случаи до нѣкоторой степени можно сдѣлать доступными для наблюденій, если напр. между зубовъ помѣстить пробку и производить ларингоскопическія наблюденія, заставляя изслѣдуемаго дѣлать по-

[1]) См. Czermak Der Kehlkopfspiegel (1863)², гдѣ дается и рисунокъ постановки опытовъ по аутоларингоскопіи. Важныя указанія о варіаціяхъ въ укладѣ голосовой щели при шепотѣ приведены у Rousselot 468—469.

пытки къ произнесенію словъ съ смычнымъ губнымъ согласнымъ, напр. *aba*, *apa* (способъ д-ра Rosapelly). Пробку можетъ замѣнить плоское стекло очковъ, вставленное въ короткую картонную трубку и представляющее собою какъ бы родъ окна внутрь ртовой полости; въ непосредственномъ же сосѣдствѣ вводится ларингоскопъ, при чемъ рефлекторъ, отбрасывая свѣтъ на гортанное зеркало чрезъ указанное окно, освѣщаетъ голосовыя связки: этотъ способъ (E. A. Meyer'a) позволялъ автору его при произнесеніи такихъ словъ, какъ *bä*, *pä* и пр., реализовать во время опыта полный затворъ рта, хотя все-таки нельзя обойти молчаніемъ того, что затворъ этотъ не можетъ считаться тожественнымъ съ нормальною смычкою губъ. Для тѣхъ же наблюденій можетъ служить гортанный эндоскопъ Flatau (демонстрированный въ 1910 г.); присоединеніе же къ нему *стробоскопа* позволяетъ наблюдать и самыя вибраціи голосовыхъ связокъ, создавая искусственно ихъ замедленіе, при чемъ наблюдающій видитъ послѣдовательно смежныя фазы слѣдующихъ другъ за другомъ вибрацій такъ, что фазы эти, сливаясь для зрѣнія въ одно цѣлое, даютъ картину одной замедленной вибраціи; кинематографъ можетъ воспроизвести соотвѣтствующій снимокъ передъ цѣлымъ собраніемъ. [1])

---

[1]) См. Poirot стр. 11—14 (о ларингоскопіи и эндоскопѣ Flatau), 14—19 (о стробоскопіи); Chlumský J. Le fonctionnement des cordes vocales pour les occlusives (Revue III-4, стр. 396—399)—по поводу замѣтки E. A. Meyer'a о его способѣ наблюденія голосовой щели при смычныхъ согласныхъ (самая замѣтка была помѣщена въ журналѣ Die neueren Sprachen, т. 21, 1913 г., въ сноскѣ на стр. 160—163). Доступное выясненіе стробоскопическаго метода въ примѣненіи къ изслѣдованію вибрацій голосовыхъ связокъ съ очеркомъ литературы вопроса и указаніемъ результатовъ собственныхъ наблюденій даетъ Musehold A. въ сочиненіи Allgemeine Akustik und Mechanik des menschlichen Stimmorgans (1913), стр. 100—134. Кромѣ того, въ видѣ общаго пособія можно назвать сборникъ основныхъ работъ по стробоскопіи, въ порядкѣ ихъ появленія, подъ заглавіемъ «Стробоскопическія явленія. Сохраненіе зрительныхъ впечатлѣній въ примѣненіи къ ана-

Приборы, служащіе для *регистраціи* дѣятельности гортани при произношеніи, опираются частію на томъ фактѣ, что вибраціи голосовыхъ связокъ при звонкихъ звукахъ передаются хрящамъ гортани и притомъ на-столько замѣтно, что легко ощущаются прижатымъ къ гортани пальцемъ, въ отличіе отъ глухихъ звуковъ, при которыхъ гортань не производитъ голосовыхъ вибрацій. Этимъ именно обстоятельствомъ и пользуются для записыванія дѣйствія гортани при произношеніи. Къ приборамъ, производящимъ подобную запись, мы относимъ прежде всего *гортанную капсулу аббата* Rousselot, которая воспринимаетъ гортанныя вибраціи съ передней поверхности шеи и передаетъ ихъ воздушному барабанчику. Кромѣ того, голосовыя вибраціи могутъ записываться еще инымъ способомъ—отъ фонаціоннаго тока воздуха; дѣйствительно, такъ какъ этотъ послѣдній, благодаря вибраціямъ голосовыхъ связокъ, приходитъ въ соотвѣтствующее колебательное состояніе, то, примѣнивъ здѣсь *амбушюръ* съ надлежащимъ сигнальнымъ барабанчикомъ, мы получимъ голосовую вибраціонную кривую. Перейдемъ къ болѣе детальному описанію названныхъ приборовъ и ихъ дѣйствія.

Гортанный приборъ или *гортанная капсула* аббата Rousselot (см. рис. 21) состоитъ изъ небольшой овальной металлической воронки, слегка изогнутой по краямъ соотвѣтственно выпуклости шеи; широкій конецъ этой воронки или капсулы затянутъ резиновой мембраной и прикрѣпляется посредствомъ нерастяжимой повязки, охватывающей шею, на передней части послѣдней у гортанныхъ хрящей, а узкій посредствомъ каучуковой трубки соединяется съ записывающимъ барабанчикомъ. Вибрированіе голосовыхъ связокъ во

лизу и синтезу движеній» (1911)—издательство «Физика»; см. въ особенности три послѣднія статьи сборника, относящіяся къ изученію звуковыхъ явленій. О примѣненіи рентгенографіи къ изученію уклада голосовой щели при звучаніи ея во время пѣнія см. Gutzm. 39—41.

время произношенія звонкихъ звуковъ, передаваясь хрящевому остову гортани, естественно приведетъ въ такое же вибраціонное состояніе и мембрану капсулы, прикрѣпленной къ гортани, а слѣдовательно и всю заключенную внутри прибора воздушную среду вплоть до мембраны записывающаго барабанчика, вибрированіе же послѣдней будетъ отмѣчаться рычажкомъ на цилиндрѣ (при глухихъ звукахъ линія, вычерчиваемая рычажкомъ, конечно, уже не будетъ содержать вибрацій). [1])

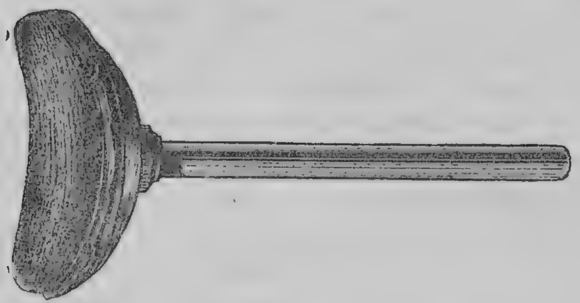


Рис. 21. Гортанная капсула Rousselot.

Что касается *амбушюра*, то описаніе его уже сдѣлано нами выше (стр. 30—31), здѣсь же мы отмѣтимъ лишь то обстоятельство, что этотъ приборъ, служа одновременно для записи фонаціоннаго тока вообще (т. е. степени его давленія, стремительности и времени) и его вибраціоннаго состоянія въ частности, совмѣщаетъ въ себѣ такимъ образомъ функціи какъ бы двухъ регистрирующихъ приборовъ. Однако значеніе этого прибора (не смотря на то, что амбушюрная вибраціонная графика превосходитъ своими тембровыми особенностями гортанную) не всегда можетъ удовлетворить изслѣдователя, такъ какъ нерѣдко вибраціонный слѣдъ, присоединяясь къ кривой отъ напора воздушнаго тока, идетъ не по горизонтали, а по

---

[1]) Кромѣ описанной капсулы существуетъ еще нѣсколько разновидностей гортанныхъ приборовъ, основанныхъ на томъ же принципѣ воспріятія и передачи вибрацій гортани (см. Poirot стр. 21, 88), но всѣ они, по нашему мнѣнію, не имѣютъ преимущества передъ только-что описаннымъ и потому мы считаемъ возможнымъ оставить ихъ въ сторонѣ.

болѣе или менѣе наклонной линіи, а это, какъ увидимъ въ своемъ мѣстѣ, затрудняетъ изслѣдованіе его; такъ какъ, далѣе, смычка звонкихъ взрывныхъ прерываетъ фонаціонный токъ, то вибраціи такихъ согласныхъ остаются уже не отмѣченными амбушюромъ и для изслѣдованія ихъ требуется одновременная запись другого прибора, напр. описанной выше гортанной капсулы

Особый видъ амбушюра представляетъ т. наз. *записывающее ухо* (Oreille inscriptrice) аббата Rousselot (см. рис. 22), которое состоитъ изъ обыкновеннаго амбушюра (A), соединяющагося посредствомъ каучуковой трубки (B) не съ

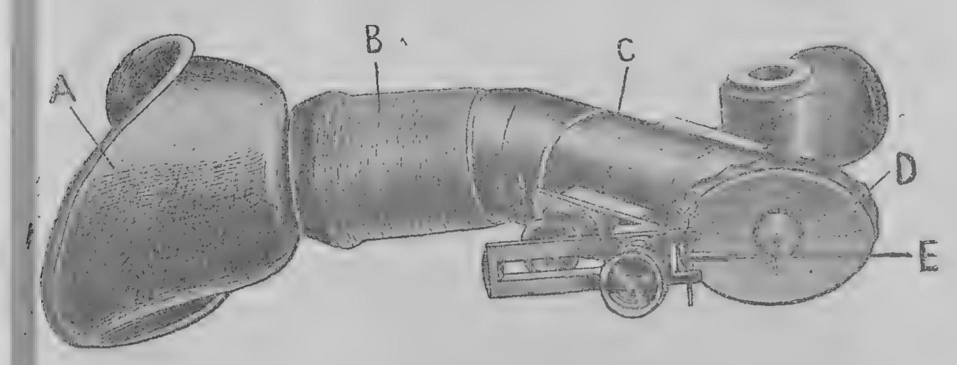


Рис. 22. Записывающее ухо Rousselot.

записывающимъ барабанчикомъ, но съ короткою, довольно широкою въ поперечникѣ металлическою трубкою (C), другой конецъ которой, срѣзанный наискось (какъ бы соотвѣтственно положенію барабанной перепонки въ наружномъ ухѣ) затянутъ мембраной (D) резиновой или изъ пузыря и снабженъ записывающимъ рычажкомъ (E). Отличіе въ дѣйствіи этого прибора отъ обыкновеннаго амбушюра заключается въ томъ, что онъ даетъ вибраціонную запись на совершенной горизонтали и поэтому весьма удобную для измѣренія и вычисленія вибрацій, но въ силу того же обстоятельства совершенно не указывающую видоизмѣненіе въ напорѣ фонаціоннаго выды-

хательнаго тока воздуха. Что касается темброваго характера вибрацій, то при записи описываемымъ приборомъ онъ выступаетъ наиболѣе отчетливымъ образомъ. Мы представляемъ здѣсь въ сильно увеличенномъ видѣ схематическій рисунокъ тембровыхъ вибрацій отдѣльныхъ гласныхъ, записанныхъ нами съ помощью названнаго прибора на большой скорости (рис. 23).

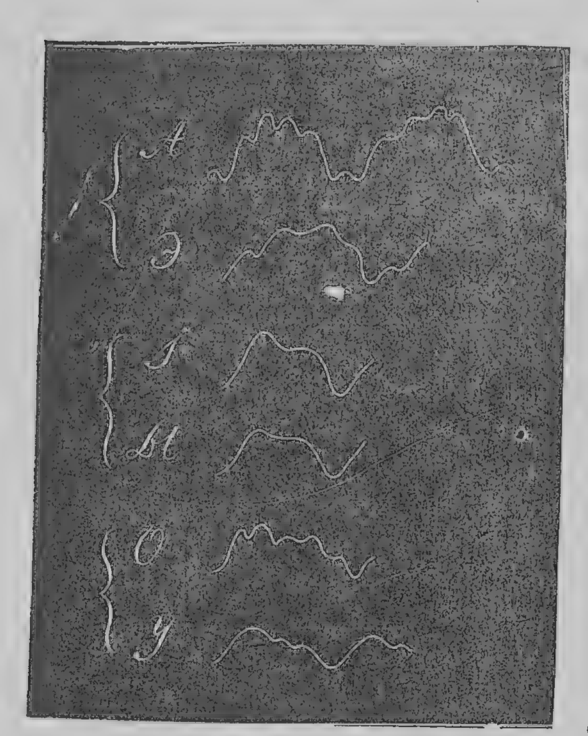


Рис. 23. Тембровыя вибраціи гласныхъ.

Читатель легко замѣтитъ, что наибольшую сложность рисунка представляетъ тембровая кривая гласнаго *А*, а наименьшую — гласнаго *Ы*; при этомъ всѣ приведенные рисунки представляютъ какъ бы нѣкоторыя пары, а именно: рисунокъ гласнаго *Э* является какъ бы упрощеніемъ рисунка гласнаго *А*, рисунокъ *Ы*—упрощеніемъ кривой *І*, въ изображеніи *У* можно усмотрѣть нѣсколько сглаженный рисунокъ *О*.

Посмотримъ теперь, къ какимъ выводамъ могутъ приводить графики, получаемыя отъ вышеописанныхъ приборовъ. Прежде всего мы можемъ изучать *длительность* произношенія какъ цѣлыхъ звукосочетаній, такъ и составляющихъ ихъ звуковъ; затѣмъ, при звонкихъ звукахъ мы можемъ опредѣлять

число вибрацій, высоту и *движеніе тона*, а вмѣстѣ съ тѣмъ его *силу* и *тембръ*. Такъ какъ первыя двѣ стороны не требуютъ новыхъ поясненій, то мы остановимся только на остальныхъ.

Высота тона даннаго звука опредѣляется, какъ извѣстно, числомъ его вибрацій въ секунду. Имѣя передъ собою графику вибрацій камертона, дающаго 100 колебаній въ секунду, что приблизительно соотвѣтствуетъ нотѣ



и записанную на извѣстной скорости вращенія цилиндра, мы сравниваемъ съ нею гортанныя вибраціонныя графики, записанныя на той же скорости. Такъ какъ вибраціи камертона при равномѣрномъ вращеніи цилиндра совершенно одинаковы по своей длительности, то мы можемъ принять любую вибрацію его или группу вибрацій за единицу высоты и по ней вычислять высоту тона (т. е. число колебаній въ секунду) записанныхъ гортанныхъ вибрацій. Это вычисленіе весьма просто, а результатъ его при помощи соотвѣтствующей таблицы можно легко переводить на нотное обозначеніе. Пояснимъ примѣромъ. Пусть на томъ протяженіи, которое занято 4-мя вибраціями нашего камертона, помѣщается 6 вибрацій гортанной графики; это значитъ, что число голосовыхъ вибрацій въ секунду превосходитъ число камертонныхъ за то же время въ отношеніи 6 : 4; слѣдов., искомое число голосовыхъ вибрацій $=100 \times {}^6/_4 = 150$. Съ помощью таблицы находимъ слѣдующее нотное выраженіе для высоты тона въ 150 вибрацій:



Такъ какъ голосовой тонъ при произношеніи мѣняется по своей высотѣ даже въ теченіе одного звука, то разбивая ви-

браціонную гортанную графику на участки и изслѣдуя последовательно ихъ высоту указаннымъ способомъ, мы опредѣлимъ и движеніе тона, т. е. его повышеніе или пониженіе.

Сила голосового тона выражается величиною размаха или амплитуды вибрацій. Измѣреніе этой послѣдней даетъ возможность опредѣлять усиленіе и ослабленіе звука.

Что касается *тембра*, то онъ обнаруживается въ записанныхъ голосовыхъ вибраціяхъ, какъ мы видѣли, присутствіемъ въ нихъ вторичныхъ неровностей; изслѣдованіе послѣднихъ требуетъ уже нѣкоторыхъ болѣе спеціальныхъ свѣдѣній, которыя будутъ даны нами въ отдѣлѣ акустики рѣчи.

Для иллюстраціи сказаннаго нами о голосовомъ тонѣ при произношеніи, мы приведемъ теперь рядъ графикъ (перерисованныхъ въ нѣсколько увеличенномъ видѣ и лишь съ приблизительною точностью), относящихся

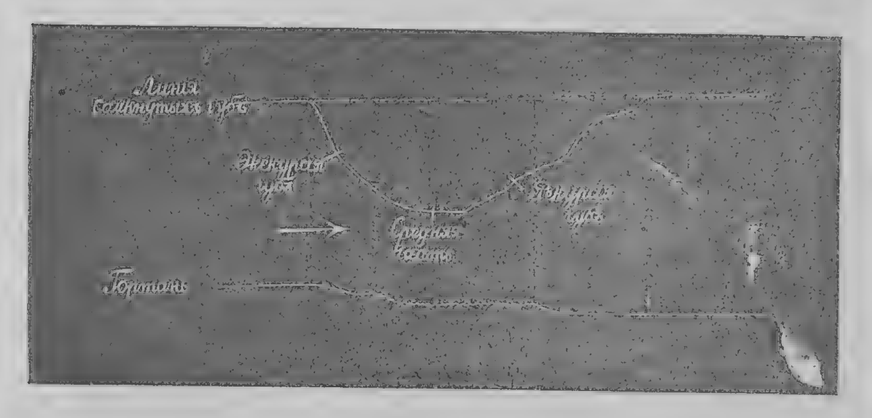


Рис. 24: графика *А* (губы + гортань).

къ отдѣльнымъ гласнымъ (*А*), согласнымъ (*Б*) и простѣйшимъ звукосочетаніямъ (*БА*, *ПА*, *АП*) и полученныхъ отъ записи гортанною капсулою аббата Rousselot одновременно съ губнымъ приборомъ Rosapelly (описаніе и рисунокъ послѣдняго см. ниже, стр. 67) на средней скорости вращенія цилиндра, присоединивъ краткій анализъ каждой изъ этихъ графикъ.

Мы видимъ, что при *А* вибраціи гортани начинаются позже момента раскрытія губъ и оканчиваются раньше конца губной рекурсіи. Произведя измѣренія и вычисленія, мы нашли, что губная артикуляція при данномъ гласномъ занимаетъ 0,46″; голосовой тонъ присоединяется

спустя 0,09″ послѣ начала раскрытія губъ, а оканчивается на 0,17″ раньше полнаго смыканія ихъ, такъ что время звучанія гортани=0,2″. Въ теченіе указаннаго времени гортань дала 25 вибрацій при чемъ отдѣльныя вибраціи нашего гласнаго не одинаковы по своей длинѣ, а слѣдовательно и по высотѣ. Такимъ образомъ высота даннаго гласнаго не остается постоянною отъ начала до конца, но нѣсколько измѣняется, повышаясь и понижаясь, а именно: начинается гласный выше своей средней высоты, почти съ тона *Re*, который вмѣстѣ съ тѣмъ оказывается наивысшимъ во всемъ тоническомъ измѣненіи гласнаго; далѣе тонъ понижается и задерживается нѣкоторое время на этой пониженной высотѣ, при чемъ средняя часть этой задержки обнаруживаетъ легкое повышеніе; затѣмъ тонъ начинаетъ довольно быстро и равномѣрно понижаться и прекращается уже почти на нотѣ *La*. Въ нотномъ обозначеніи мелодія нашего гласнаго представляется въ слѣдующемъ видѣ: [1])



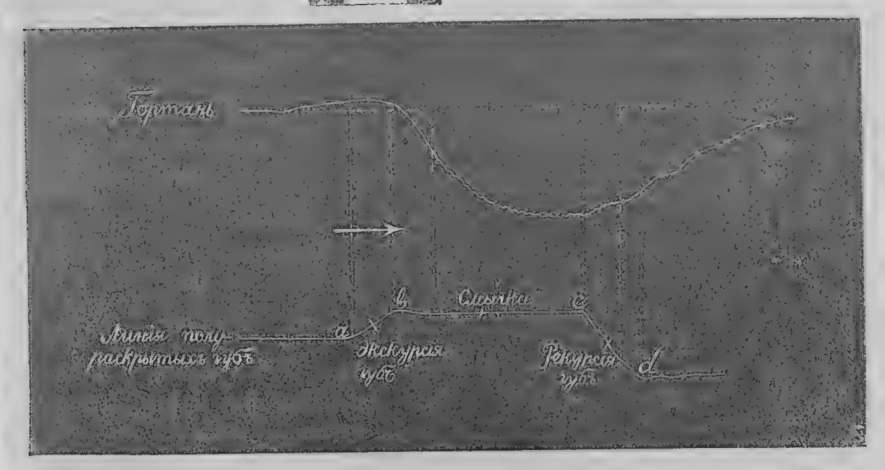


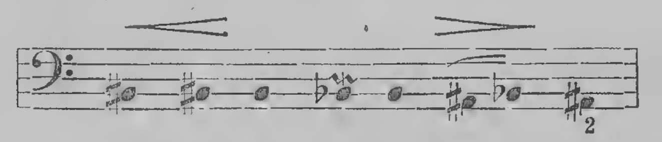
Рис. 25: графика *Б* (губы+гортань).

---

[1]) Мы вычисляли вибраціи не по отдѣльности, а группами, по четыре вибраціи въ каждой, а потому мы не будемъ отмѣчать, сколько вибрацій приходится на каждую отдѣльную ноту; лишь въ нѣкоторыхъ случаяхъ послѣдняя группа состоитъ изъ меньшаго числа вибрацій, и тогда подъ такою нотою мы ставимъ цифру соотвѣтствующаго числа вибрацій. Далѣе, знакъ ∿∿ помѣщенный надъ нотою показываетъ, что тонъ нѣсколько выше этой ноты; будучи же помѣщенъ подъ нотою, показываетъ, что тонъ

Общая длительность губной артикуляціи при *Б* (отъ точки *a* до точки *d*) равняется 0,37″, при чемъ на долю смычки приходится 0,27″, а экскурсія нѣсколько короче рекурсіи. Что касается звучанія гортани, то оно продолжается всего 0,26″, начинаясь уже послѣ момента смычки, именно спустя 0,06″, и оканчиваясь послѣ смычки или взрыва, спустя 0,05″; это добавочное звучаніе гортани послѣ смычки слѣдуетъ по всей вѣроятности отнести не только къ взрыву согласнаго, но и къ тому минимальному гласному, который слышится при отдѣльномъ произношеніи согласныхъ.

Для иллюстраціи движенія тона при звонкихъ согласныхъ мы должны обратиться къ другой графикѣ, такъ какъ только что приведенная графика согласнаго *Б* не удобна для подобнаго изслѣдованія по причинѣ *значительной изогнутости* гортанной кривой. [1]) Поэтому мы беремъ для этой цѣли гортанную графику другого согласнаго (*В*), всѣ вибраціи которой находятся на линіи почти параллельной абсциссѣ. Вычисляя эту графику, мы находимъ, что она содержитъ 26 вибрацій, занимающихъ 0,22″, при чемъ тонъ ихъ представляетъ рядъ послѣдовательныхъ измѣненій въ своей высотѣ. Начинается онъ высотою *Si* ♯, которая вмѣстѣ съ тѣмъ является наибольшею, затѣмъ медленно понижается, доходя въ концѣ до тона *La* ♯; впрочемъ это пониженіе не является равномѣрнымъ, но во второй половинѣ на короткое время переходитъ въ легкое повышеніе, чтобы затѣмъ спуститься до конечной, т. е. наиболѣе низкой высоты. Въ нотномъ обозначеніи тонъ нашего согласнаго представляетъ слѣдующую мелодію:



Длительность губной артикуляціи гласнаго при *ПА*=0,44″; [2]) звучаніе гортани слѣдуетъ почти тотчасъ за взрывомъ, именно спустя 0,02″, и про-

нѣсколько ниже; знакъ соединенія ⌒ служитъ для обозначенія промежуточнаго тона между двумя нотами; нота безъ знака діеза и бемоля должна считаться чистою, хотя бы она слѣдовала непосредственно за нотою съ однимъ изъ этихъ знаковъ. Знаки усиленія и ослабленія относятся къ амплитудѣ колебаній хрящевого остова гортани.

[1]) Неудобство изученія такихъ кривыхъ заключается въ томъ, что вибраціи по-видимому равной длины, но находящіяся на различномъ удаленіи отъ абциссы, на самомъ дѣлѣ не могутъ считаться равными, а потому въ вычисленія приходится вносить соотвѣтствующія поправки, сопряженныя съ большими техническими трудностями.

[2]) Произношеніе всего сочетанія какъ въ этомъ случаѣ, такъ и въ послѣдующемъ, начиналось отъ сомкнутыхъ губъ, вслѣдствіе чего мы не имѣли возможности вычислить продолжительность согласнаго.

должается въ теченіи 0,19″. На всемъ протяженіи звучанія гортани мы насчитали 22 вибраціи, при чемъ голосовой тонъ не остается одинаковымъ по высотѣ, но равномѣрно и сильно понижается, начинаясь съ ноты *Re* ♯



Рис. 26: графика *ПА* (губы+гортань).

и доходя въ концѣ почти до *Sol* ♭. Слѣдующее нотное обозначеніе иллюстрируетъ указанное движеніе тона:

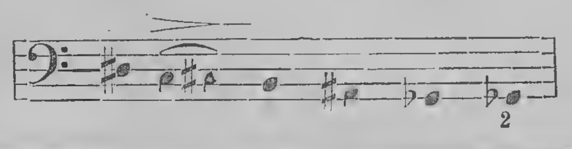
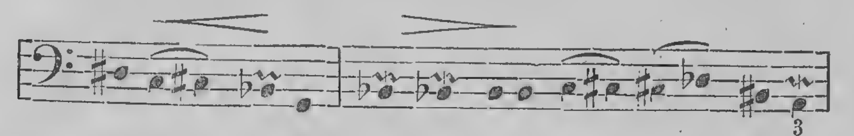




Рис. 27: графика *БА* (губы+гортань).

Длительность губной артикуляціи гласнаго и въ сочетаніи *БА* =0,44″; звучаніе гортани началось раньше раскрытія губъ, такъ какъ въ нашемъ сочетаніи гласному предшествовалъ звонкій согласный. До момента

взрыва гортань звучала въ теченіи 0,09″ и дала 19 вибрацій; что касается гласнаго, то здѣсь продолжительность звучанія=0,25″, соотвѣтствуя по времени экскурсіи, средней части и первымъ моментамъ рекурсіи; при этомъ гортань дала 31 вибрацію. Движеніе тона при согласномъ имѣетъ нисходящій характеръ, при переходѣ же къ гласному тонъ внезапно повышается и представляетъ уже типъ восходяще-нисходящій. Сказанное наглядно можно видѣть изъ слѣдующаго нотнаго обозначенія.



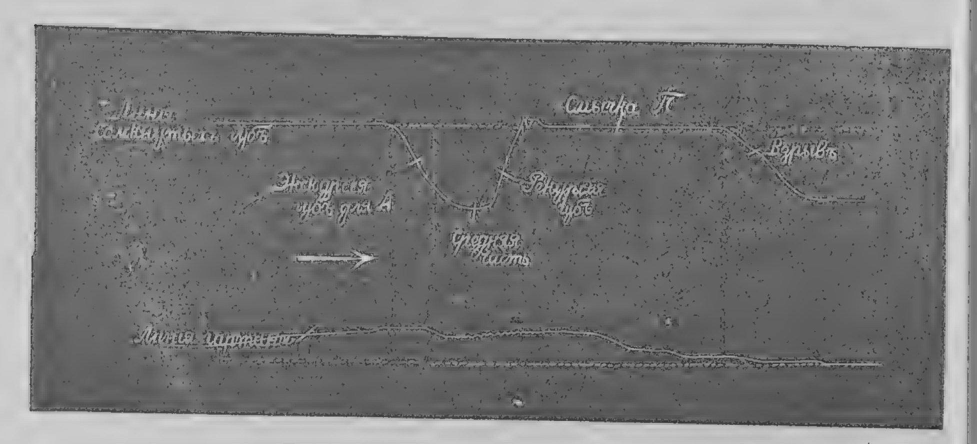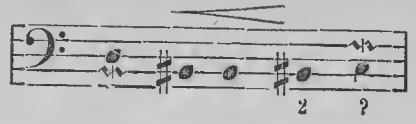


Рис. 28: графика *АП* (губы+гортань).

Какъ видно изъ губной графики *АП*, артикуляція губъ для разсматриваемаго сочетанія началась отъ сомкнутаго ихъ состоянія и закончилась взрывомъ. При этомъ работа губъ для гласнаго заняла времени около 0,18″, а смычка согласнаго=0,28″. Звучаніе гортани началось во второй половинѣ экскурсіи губъ для гласнаго, а закончилось одновременно съ концомъ рекурсіи, продолжаясь 0,11″; движеніе тона имѣетъ характеръ нисходяще-восходящій, какъ это видно изъ нижеслѣдующей нотной передачи:



Въ дополненіе къ описаннымъ приборамъ мы скажемъ нѣсколько словъ еще объ одномъ, записывающемъ вибраціи

гортани при помощи электрической сигнализаціи, именно—о *гортанномъ приборѣ* Розапелли (см. рис. 29). Приборъ этотъ представляетъ небольшую коробочку изъ твердаго каучука, которая содержитъ внутри металлическій молоточекъ, упруго укрѣпленный такимъ образомъ, что при вибрированіи коробочки дно послѣдней можетъ касаться головки молоточка посредствомъ особаго штифтика. Если ввести этотъ приборъ въ гальваническую цѣпь такимъ образомъ, что однимъ полюсомъ ея будетъ служить штифтикъ, а другимъ молоточекъ, то при соприкосновеніи ихъ токъ будетъ замыкаться, а при разъединеніи—размыкаться. Это попеременное замыканіе и размыканіе тока производится вибрированіемъ коробочки, происходящимъ въ свою очередь отъ вибрированія гортани, къ которой прижимается данный приборъ. Для записи же этихъ перерывовъ тока (происходящихъ въ полномъ соотвѣтствіи съ вибраціями гортани) на вращающемся



Рис. 29. Гортанный приборъ Rosapelly.

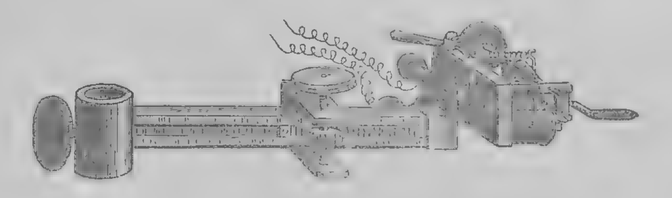


Рис. 30. Сигнальный аппаратъ Deprez'а.

цилиндрѣ служитъ спеціальный *сигнальный аппаратъ* конструкціи Deprez'а (рис. 30), снабженный электромагнитами, при чемъ прерывистый токъ, производимый гортаннымъ приборомъ, вызываетъ соотвѣтствующее вибрированіе сигнальнаго перышка. Однако, не смотря на довольно сложныя приспособленія для возможно совершенной передачи вибрацій описаннымъ

приборомъ, послѣдній не вполнѣ удовлетворяетъ требованіямъ фонетическаго изслѣдованія, уступая по качеству записи гортаннымъ записывателямъ съ воздушной передачей. Къ достоинствамъ прибора слѣдуетъ отнести то, что вибраціонная линія расположена по совершенной горизонтали, благодаря чему вычисленіе тона и длительности вибрацій не представляетъ затрудненій; недостаткомъ же его является, такъ сказать, нѣкоторая капризность, такъ какъ приборъ нерѣдко совсѣмъ не отвѣчаетъ на вибраціи гортани. По нашимъ наблюденіямъ приборъ полнѣе всего передаетъ вибраціи узкихъ гласныхъ (*I*, *У*, *Ы*), въ меньшей степени—среднихъ и почти совсѣмъ не реагируетъ на гласный *а*; изъ звонкихъ согласныхъ онъ лучше всего передаетъ вибраціи спирантовъ и отчасти взрывныхъ; при всемъ томъ требуется еще довольно сильное произношеніе, такъ какъ при ослабленіи звука приборъ перестаетъ дѣйствовать. [1])

Существуетъ, наконецъ, цѣлый рядъ приборовъ физико-акустическихъ (въ томъ числѣ фонографъ), служащихъ для записыванія голоса и рѣчи, обзоръ которыхъ будетъ сдѣланъ нами при изложеніи акустики рѣчи.

3) Полость глотки и мягкое небо.

Токъ воздуха, выходя изъ гортани, проходитъ черезъ мѣшкообразную полость г л о т к и, которая простирается вверхъ

---

[1]) Подробности относительно гортаннаго прибора Rosapelly см. въ моей работѣ «Замѣтки по экспериментальной фонетикѣ» (см. Уч. Зап. Каз. Унив. 1896), представляющей собою изслѣдованіе приборомъ Розапелли высоты и длительности звучанія гортани въ словахъ. Но, благодаря указанному несовершенству прибора, въ полученныхъ записяхъ словъ отсутствовала часть вибрацій между слогами, и это заставило меня предполагать существованіе слоговыхъ паузъ, что̀ однако не подтвердилось дальнѣйшими опытами, производившимися посредствомъ гортанной капсулы съ воздушной передачей. Въ послѣднее время мнѣ посчастливилось получить запись приборомъ Розапелли одного изъ прежнихъ словъ уже безъ всякой паузы между вибраціями, что̀ окончательно убѣдило меня въ отсутствіи слоговой паузы при нормальномъ произношеніи словъ.

до самаго основанія черепа и имѣетъ впереди выходы въ полость рта (зѣвъ) и носа (хоаны), а въ самомъ низу, позади гортани, она быстро съуживается и переходитъ въ каналъ пищепріемника. Такимъ образомъ, полость глотки представляетъ мѣсто перекрещиванія путей дыхательнаго и глотательнаго. Въ передней стѣнкѣ глотки свободно заложена *подъязычная кость*, легко нащупываемая въ передней части шеи повыше гортани; кость эта имѣетъ форму подковы, свободными концами обращенной назадъ. Прежде всего ей присуще то значеніе, что она не даетъ мышечному мѣшку глотки спадаться, удерживая его всегда открытымъ. Далѣе, будучи соединена связками и мышцами съ гортанью, она служитъ какъ бы верхнимъ основаніемъ послѣдней, а кромѣ того является мѣстомъ прикрѣпленія задняго мышечнаго корня языка, а также мышцъ, идущихъ отъ нея къ нижней челюсти и образующихъ дно полости рта. Такимъ образомъ, подъязычная кость служитъ для поднятія гортани, участвуетъ въ движеніи языка, а также и въ актѣ раскрытія рта, оставаясь при этомъ въ своемъ свободномъ положеніи и фиксируясь лишь соотвѣтствующими мышечными силами. Во время произношенія подъязычная кость совершаетъ нѣкоторыя перемѣщенія, легко подмѣчаемыя при наложеніи на нее пальцевъ; механизму этихъ перемѣщеній подъязычной кости нѣкоторые изслѣдователи въ самое послѣднее время приписываютъ даже главную роль въ произведеніи ударецій словъ и ритма рѣчи. [1])

---

[1]) См. статьи Л. Н. Скородумова: 1) Новый методъ экспериментальнаго изслѣдованія рѣчевой функціи и его приложенія въ психологіи (Изслѣдованіе ритма)—въ «Обозрѣніи Психіатріи» № 1, 1913 г., 2) Сущность и происхожденіе ударецій и ритма рѣчи—въ «Вѣстникѣ психологіи» 1914 г., № 7. Авторъ считаетъ механизмъ подъязычной кости основнымъ факторомъ ударецій словъ и вообще усиленія звуковъ, механизмъ же дыхательнаго аппарата—подчиненнымъ первому. Намъ кажется однако (срв. выше сноску на стр. 36), что автору не удалось доказать это свое положеніе и опровергнуть «возраженіе одного изъ спеціалистовъ-фонетиковъ, усумнившагося,

Наконецъ, полость глотки, благодаря мышцамъ, заложеннымъ въ ея стѣнкахъ, можетъ съуживаться въ поперечникѣ и укорачиваться или подтягиваться въ вертикальномъ направленіи и такимъ образомъ измѣнять свои размѣры, что должно отражаться на физико-акустическихъ свойствахъ произносимыхъ звуковъ, такъ какъ полость глотки, примыкая непосредственно къ гортани, входитъ въ составъ рѣчевой надставной трубы въ качествѣ задняго ея отдѣла. [1])

Особенно важное фонаціонное значеніе въ рто-глоточной полости имѣетъ *мягкое небо*, которое, совершая артикуляціи отъ задняго отдѣла языка къ задней стѣнкѣ глотки и обратно, является — такъ сказать — привратникомъ, то впускающимъ выдыхаемый воздухъ въ полость носа, то отражающимъ въ полость рта. На механизмѣ этой части говорильнаго аппарата, обусловливающемъ дѣленіе звуковъ на носовые и не-носовые, мы и остановимся теперь съ нѣкоторою подробностью

Мягкое небо или небная занавѣска представляетъ собою аггрегатъ мышцъ, примыкающихъ къ краю

точно ли эти движенія являются причиной силы звука, и высказавшаго предположеніе, что они цѣнны намъ лишь, какъ показатель, но механизмъ ударенія, быть можетъ, не объясняютъ, являясь лишь сопутствующимъ измѣненіемъ». Во всякомъ случаѣ весьма важнымъ является устроенный авторомъ приборъ (по принципу гортанной капсулы Rousselot) для записи перемѣщеній подъязычной кости, рисунокъ и описаніе котораго вмѣстѣ съ графиками помѣщены во второй статьѣ.

[1]) Сюда относятся мускулы стягивающіе глотку и мускулы поднимающіе глотку. Для пониманія дѣйствія первыхъ нужно помнить, что глотка въ своей задней стѣнкѣ имѣетъ продольную сухожильную перемычку, которая скрѣплена съ шейными позвонками; къ этой перемычкѣ съ той и другой стороны сходятся три пары мышцъ—*черепно-*, *подъязычно-* и *гортанно-глоточная*, образующія боковыя и заднюю стѣнки глотки, при чемъ мышцы верхней пары отходятъ отъ черепа, средней пары—отъ рожковъ подъязычной кости, нижней—отъ гортани; мышцы эти при своемъ сокращеніи съуживаютъ глотку. Кромѣ того въ боковыхъ стѣнкахъ глотки проходятъ также мышцы въ вертикальномъ направленіи—*шило-глоточная* и *небно-глоточная*, которыя, сообразно съ своимъ анатомическимъ положеніемъ, дѣйствуютъ какъ подниматели глотки (см. рис. на стр. 32).

твердаго неба въ видѣ его подвижного продолженія и покрытыхъ слизистою оболочкою, подобно всѣмъ внутреннимъ стѣнкамъ говорильнаго аппарата. Укажемъ главныя мышцы, образующія мягкое небо и обусловливающія его движенія. По срединѣ мягкаго неба идетъ продольная мышца, одинъ конецъ которой примыкаетъ къ твердому небу, а другой, выступая нѣсколько изъ мягкаго неба, свободно свѣшивается и извѣстенъ подъ названіемъ язычка, почему и самая мышца называется *непарною мышцею язычка*. Кромѣ этой средней мышцы въ составъ мягкаго неба входятъ мышцы, служащія для подниманія и опусканія его. Мышцы *поднимающія мягкое небо* начинаются съ той и другой стороны на височной кости и, спустившись, сходятся въ мягкомъ небѣ, образуя какъ бы петлю, которая сокращаясь подтягиваетъ кверху мягкое небо. Мышцы *опускающія мягкое небо* представляютъ также петлевой типъ, при чемъ болѣе задняя петля (мышца небно-глоточная) идетъ отъ щитовиднаго хряща по бокамъ глотки, откуда въ видѣ заднихъ небныхъ дужекъ переходитъ въ мягкое небо, болѣе же передняя (мышца небно-язычная) идетъ отъ задней части языка и въ видѣ переднихъ небныхъ дугъ вступаетъ также въ мягкое небо, гдѣ и сплетается съ остальными мышцами. Наконецъ, для напряженія мягкаго неба существуетъ мышца *натягивающая*, которая начинается у основанія черепа съ обѣихъ сторонъ, какъ и поднимающая, и перекидываясь черезъ крыловидный отростокъ, какъ бы черезъ блокъ, переходитъ въ мягкое небо и натягиваетъ его.

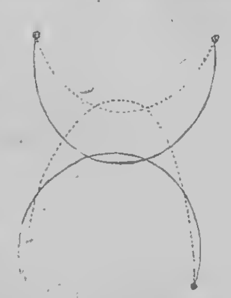


Рис. 31. Схема дѣйствія мышцъ, поднимающихъ и опускающихъ мягкое небо.

Мы не будемъ останавливаться на роли мягкаго неба при произношеніи *чистыхъ* и *носовыхъ* звуковъ, предполагая извѣстнымъ, что при первыхъ мягкое небо вмѣстѣ съ язычкомъ бываетъ приподнято и сближено съ задней стѣнкой

глотки, вслѣдствіе чего отражаетъ выдыхательный токъ воздуха въ полость рта, при вторыхъ же—опущено къ корню языка, а это направляетъ токъ воздуха въ полость носа; мы укажемь лишь на то, что ни первое, ни второе положеніе мягкаго неба не можетъ считаться индифферентнымъ, требуя для себя соотвѣтствующей мышечной работы, *безразличное* же положеніе мягкаго неба имѣется лишь при спокойномъ дыханіи, когда обѣ мышечныя петли разслаблены и токъ воздуха можетъ проходить какъ въ полость рта, такъ и въ полость носа.

Экспериментальное изслѣдованіе движеній мягкаго неба при произношеніи сводится главнымъ образомъ къ наблюденію надъ состояніемъ воздушной среды въ полости носа, именно—обнаруживается ли здѣсь поступательный напоръ выдыхательнаго тока (что бываетъ при опущенномъ мягкомъ небѣ), или же таковой отсутствуетъ (въ случаѣ приподнятаго положенія мягкаго неба). Съ этою цѣлью примѣняются особыя носовыя капсулы или такъ называемыя „оливы", соединяемыя резиновою трубкою съ записывающимъ барабанчикомъ и представляющія собою полые кругловатые наконечники изъ твердаго каучука, по размѣрамъ соотвѣтствующіе отверстію ноздри: такая капсула вводится въ одну изъ ноздрей и передаетъ измѣненія въ давленіи воздушной среды носовой полости записывающему воздушному барабанчику. Характеръ записи при этомъ оказывается не одинаковымъ въ зависимости отъ чувствительности сигнальнаго барабанчика: мало чувствительный (большой) барабанчикъ отмѣчаетъ лишь различіе въ степени давленія воздушной среды внутри носа, болѣе же чувствительный (средній) передаетъ при носовыхъ звукахъ кромѣ измѣненія въ давленіи еще и вибраціи звучащаго тока воздуха, наконецъ самый чувствительный барабанчикъ (наименьшаго діаметра и затянутый тонкой мембраной) отмѣчаетъ голосовыя вибраціи не только носовыхъ звуковъ, но и чистыхъ (см. выше рис. 17 на стр. 31), при чемъ,

какъ увидимъ впослѣдствіи, разница между тѣми и другими отчетливо обнаруживается разницею въ амплитудѣ.

Кромѣ указаннаго косвеннаго способа изслѣдованія движеній мягкаго неба существуетъ и болѣе прямой, примѣненный Allen'омъ, профессоромъ физіологіи въ Пенсильванскомъ университетѣ (въ Америкѣ), употребившемъ для этой цѣли тонкую, легкую, сочлененную палочку, которая вводилась въ носъ до соприкосновенія съ верхней поверхностью мягкаго неба, тогда какъ наружный ея конецъ, приспособленный для писанія на цилиндрѣ, отмѣчалъ своими движеніями вверхъ и внизъ соотвѣтствующія движенія мягкаго неба. [1])

Наконецъ, въ исключительныхъ случаяхъ представляется возможность непосредственнаго наблюденія за движеніями мягкаго неба при произношеніи. [2]) Такъ, въ концѣ пятидесятыхъ годовъ въ хирургической клиникѣ проф. Шу (Schuh) въ Вѣнѣ у одной паціентки, вслѣдствіе большой операціи на лицѣ, можно было видѣть заднюю часть верхней поверхности мягкаго неба, и проф. Чермакъ изслѣдовалъ ея движенія въ сообществѣ съ Шу и Брюкке. Было установлено, что всего болѣе поднималась небная занавѣска при гласномъ *i* (приблизительно подъ угломъ въ 10° по отношенію къ уровню дна носовой полости) и нѣсколько менѣе, именно на двѣ линіи ниже—при другомъ узкомъ гласномъ *u*; при среднихъ гласныхъ *o* и *e* мѣсто соприкосновенія небной занавѣски со стѣнкой глотки лежало еще на двѣ линіи ниже, а при широкомъ гласномъ *a* плоскость небной занавѣски представляла уже легкій спускъ кзади, не достигая такимъ образомъ горизонтальнаго положенія (замѣтимъ, что еще ранѣе того Чермакъ изучалъ движенія мягкаго неба при произношеніи въ нормальныхъ условіяхъ, слѣдя за движеніями проволоки, введенной въ нижній носовой ходъ, а также вливая въ носо-

---

[1]) См. Ершовъ стр. 24—27.

[2]) См. G. H. von Meyer Unsere Sprachwerkzeuge (1880) стр. 234—238.

вую полость воду, или же приставляя къ носу зеркало, при чемъ констатировалъ полное обособленіе носовой полости при чистыхъ гласныхъ и ртовыхъ согласныхъ; впрыснутая вода при *i* не проходила изъ носовой полости въ ртовую, но при *a* обыкновенно проникало нѣсколько капель). Позже Passavant, повторяя опыты Чермака съ проволокой, констатировалъ, что при опущенномъ мягкомъ небѣ она свободно поворачивалась, но тотчасъ же останавливалась съ произнесеніемъ гласнаго *a*, откуда слѣдовало, что и при этомъ гласномъ небная занавѣска настолько плотно прилегаетъ къ стѣнкѣ глотки, что въ состояніи прижать проволоку съ діаметромъ толстой нитки; далѣе, воспользовавшись глоточнымъ зеркаломъ, онъ констатировалъ, что въ видѣ исключенія у нѣкоторыхъ лицъ, безъ ущерба однакожъ чистотѣ произношенія, можно было замѣтить легкую скважину между небной занавѣской и стѣнкой глотки при образованіи гласнаго *a*; наконецъ, тотъ же ученый, наблюдая индивидуума съ отверстіемъ въ небѣ, могъ видѣть верхнюю часть задней стѣнки глотки, на которой одновременно съ артикуляціоннымъ поднятіемъ мягкаго неба выступало нѣкоторое вздутіе, облегчающее смычку. Въ новѣйшее время для изслѣдованія силы этой смычки былъ особымъ образомъ приспособленъ манометръ, при чемъ произведенные опыты показали, что сила мягконебнаго затвора весьма значительна, что при согласныхъ затворъ является болѣе крѣпкимъ, чѣмъ при гласныхъ (при *a* сила затвора нерѣдко =0), при глухихъ согласныхъ значительнѣе, чѣмъ при звонкихъ. [1])

Примѣчаніе. Мы имѣли возможность въ университетской хирургической клиникѣ проф. Н. А. Геркена наблюдать больного, у котораго вслѣдствіе рака была удалена вся лѣвая половина носовой полости (и лѣвый глазъ), такъ что движенія мягкаго неба соотвѣтствующей стороны были ясно видны; различія въ высотѣ поднятія небной занавѣски при разныхъ звукахъ очень не велики, при чемъ наибольшее поднятіе приходилось на

---

[1]) См. Gutzm. стр. 67, 159—160.

гласные *i* и *y*; но что было особенно рельефно представлено, это—смѣна поднятаго и опущеннаго положеній мягкаго неба при произношеніи словъ съ внутреннимъ носовымъ согласнымъ, напр. л а *м* п а, о к *н* а и т. п.; не смотря на полную открытость носовой полости лѣвой стороны, произношеніе получалось тѣмъ не менѣе вполнѣ отчетливое,—разница между отдѣльными гласными, а также согласными чистыми и носовыми выступала съ полною опредѣленностью.

4) Аппаратъ нижней челюсти.

Какъ извѣстно, движеніемъ нижней челюсти, именно—осажденіемъ ея или же поднятіемъ, производится раскрываніе рта и его закрываніе, а съ этимъ тѣсно связано существованіе въ языкѣ двухъ звуковыхъ категорій —гласныхъ и согласныхъ, изъ которыхъ первая требуетъ раскрытія рта, а вторая, напротивъ, большаго или меньшаго закрытія, при чемъ различныя степени открытости или закрытости соотвѣтствуютъ болѣе частнымъ категоріямъ звуковъ. Раскрытіе рта, т. е. опущеніе нижней челюсти, производится мышцами, составляющими дно ртовой полости и идущими отъ нижней челюсти къ подъязычной кости, которая при этомъ должна быть фиксирована съ помощью соотвѣтствующихъ мышцъ. Для закрытія рта служатъ жевательныя мышцы, находящіяся въ антагонизмѣ съ мышцами, осаждающими нижнюю челюсть. Что касается экспериментальнаго изслѣдованія данныхъ работъ при произношеніи, то хотя и есть попытки регистрировать движеніе нижней челюсти, но онѣ пока не дали какихъ-либо существенныхъ результатовъ. [1]) Впрочемъ пробѣлъ въ экспериментальныхъ данныхъ, касающихся фонаціонной работы нижней челюсти, восполняется до нѣкоторой степени изслѣдованіемъ работъ органовъ произношенія (въ частности—губъ), благодаря нѣкоторой связи этихъ работъ съ движеніями нижней челюсти. Кромѣ того, можно производить и непосредственныя измѣренія разстояній между верхнимъ и нижнимъ

---

[1]) Срв. Rousselot, стр. 100; Poirot, стр. 36.

рядомъ зубовъ при произношеніи различныхъ звуковъ, а это также можетъ служить показателемъ степени фонаціоннаго опущенія или же поднятія нижней челюсти.

5) Органы произношенія.

Органы произношенія (языкъ и губы) играютъ наиболѣе существенную роль при образованіи качественныхъ различій произносимыхъ звуковъ и потому мы съ большею подробностью остановимся на весьма сложной ихъ мускулатурѣ и постараемся разъяснить участіе этой послѣдней въ произношеніи.

а) **Языкъ** (рис. 32, L) представляетъ собою весьма подвижной мясистый органъ, заложенный въ полости рта такимъ образомъ, что самая масса языка связана съ дномъ полости рта, а передній конецъ остается свободнымъ и можетъ принимать разнообразныя положенія. Основаніемъ для массы языка служатъ два мышечныхъ корня—передній и задній, при чемъ первый образуется *подбородочно - язычною* мышцею (*a*), которая начинается отъ средины нижней челюсти (съ внутренней стороны ея) и вѣерообразно входитъ въ массу языка, второй же—широкою *подъязычно-язычною* мышцею (*b*), которая на-

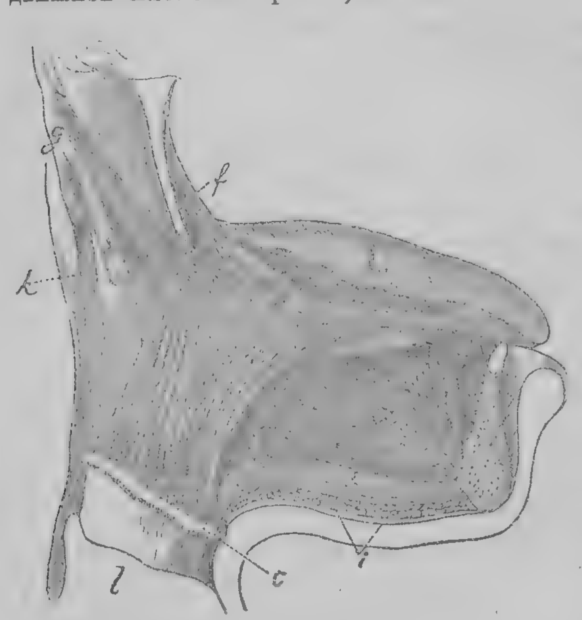


Рис. 32. Языкъ и его мышцы (по Гейцману).

чипается на подъязычной кости (*c*) и затѣмъ также переходитъ въ мышечную массу языка. Первая изъ этихъ мышцъ, сокращаясь, подтягиваетъ массу языка впередъ, давая возможность свободному концу языка выдвигаться за зубы и далѣе за губы, вторая же, сокращаясь, оттягиваетъ назадъ и книзу толщу языка. Но такъ какъ дѣйствiе этой мышцы при произношенiи обычно соединяется съ работою мышцъ *шилоподъязычной* (*d*), *шилоязычной* (*e*) и *небноязычной* (*f*), [1]) притягивающихъ подъязычную кость и заднiй отдѣлъ языка вверхъ и назадъ (напр. при задне-язычныхъ артикуляцiяхъ), то этимъ совмѣстнымъ дѣйствiемъ и образуется заднiй бугоръ языка. Такимъ образомъ, напр., артикуляцiя гласнаго *у*, какъ наиболѣе глубокая, производится главнымъ образомъ участiемъ шилоподъязычной и шилоязычной мышцъ, произношенiе же гласнаго *ы* и твердыхъ заднеязычныхъ согласныхъ, какъ менѣе глубокое, требуетъ еще участiя небноязычной мышцы и, наконецъ, артикуляцiя тѣхъ же звуковъ смягченныхъ получается чрезъ присоединенiе работы задняго отдѣла подбородочно-язычной мышцы. Тотъ же комплексъ мышечныхъ работъ, но съ нѣсколько большимъ участiемъ подбородочноязычной мышцы, принадлежитъ и передне-язычнымъ мягкимъ звукамъ (напр. *т'* и т. п.). [2]) Для произведенiя передне-язычныхъ твердыхъ артикуляцiй уже не требуется дѣйствiя задне-язычныхъ мышцъ, а только мышцъ, идущихъ отъ нижней челюсти, именно—*подбородочноязычной*, а также *подбородочноподъязычной* (*h*), подтягивающей нѣсколько подъязычную кость и вмѣстѣ мышечную массу языка впередъ. Кромѣ названныхъ болѣе

[1]) Какъ самое названiе уже показываетъ, первая мышца направляется отъ подъязычной кости къ шиловидному отростку (*g*) височной кости, вторая къ тому же отростку—отъ языка, а третья образуетъ упоминавшуюся выше мышечную петлю между языкомъ и мягкимъ небомъ.

[2]) Эта артикуляцiонная близость между мягкими заднеязычными и переднеязычными звуками обусловливаетъ сходство акустическаго эффекта тѣхъ же звуковъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и обычный переходъ звуковъ одной категорiи въ другую (напр. *k'*→*т'*).

крупныхъ мышечныхъ группъ, въ произношенiи язычныхъ звуковъ, особенно переднеязычныхъ, какъ наиболѣе богатыхъ разновидностями артикуляцiй, участвуютъ еще нѣкоторыя другiя, болѣе мелкiя, мышцы. Такъ, непосредственно подъ слизистой оболочкой верхней поверхности языка заложенъ тонкiй мышечный слой—т. наз. *верхняя продольная мышца языка*; сокращенiе этой мышцы загибаетъ конецъ языка къ верхнимъ зубамъ и прилегающимъ частямъ твердаго неба, не позволяя ему высовываться впередъ; указанная мышечная работа необходима для произнесенiя звуковъ типа *Т*. При произнесенiи звуковъ палатальныхъ (напр. *i*, *т'*, *к'*) конецъ языка оттягивается за нижнiе зубы сокращенiемъ *нижней продольной* мышцы языка. При нѣкоторыхъ звукахъ (напр. *i*, *с*, *ш*) на верхней поверхности языка наблюдаются желобки и углубленiя, являющiяся результатомъ работы *перпендикулярныхъ* мышцъ языка, волокна которыхъ пронизываютъ массу языка сверху внизъ. Наконецъ, для произведенiя боковыхъ артикуляцiй звука *Л* участвуетъ мышечный слой *поперечной* мышцы, осаждающей бока языка; обѣ половины этой мышцы прикрѣпляются къ продольной сухожильной перегородкѣ языка, раздѣляющей его на двѣ половины, и направляются отсюда къ боковымъ краямъ языка, гдѣ слегка загибаются кверху; поэтому при сокращенiи онѣ не только сжимаютъ языкъ, но и опускаютъ края его (негармоничное дѣйствiе половинъ обусловливаетъ одностороннюю артикуляцiю *л*). Всѣ перечисленныя работы представляютъ по языкамъ и говорамъ тѣ или другiя особенности, которыя однако не поддались еще точному анатомическому анализу, тѣмъ болѣе, что и въ основныхъ артикуляцiяхъ языка многое еще остается пока не достаточно разъясненнымъ.

Для изученiя артикуляцiонныхъ движенiй языка служатъ т. наз. *ампулы*, широко примѣняемыя Rousselot. [1]) Ампулы

[1]) См. записи ампулами у Rousselot стр. 335 сл. 586 сл., 911, 919, 939—941, 949—958, 987—988.

представляютъ собою небольшія резиновыя полости варіирующей формы съ отходящею отъ нихъ трубочкой, которая служитъ для соединенія ихъ съ регистрирующимъ барабанчикомъ; будучи помѣщены въ полости рта между языкомъ и небомъ на мѣстѣ артикуляціи, ампулы, испытывая надавливаніе со сто-

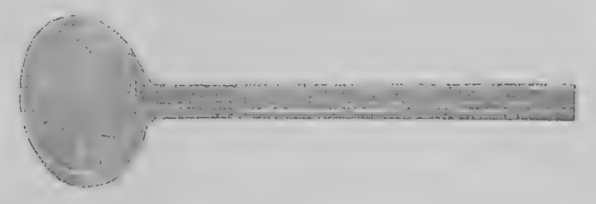


Рис. 33. Ампула. [1])

роны артикулирующаго языка, вызываютъ соотвѣтствующее движеніе пишущаго рычажка.

Примѣчаніе. Что касается особаго прибора для записи движеній языка — т. наз. *глоссографа*, изобрѣтеннаго Gentilli, то онъ по-видимому извѣстенъ лишь по брошюрѣ автора, [2]) такъ какъ о примѣненіи его кѣмъ бы то ни было для изслѣдованій до сихъ поръ свѣдѣній не имѣется.

Большую важность для изученія артикуляцій языка представляетъ *метода окрашиванія*, на которой мы остановимся поэтому нѣсколько подробнѣе. Эта метода первоначально служила исключительно для опредѣленія мѣстъ на небѣ, относительно которыхъ артикулируетъ языкъ при произношеніи тѣхъ или другихъ звуковъ и звукосочетаній, а въ послѣднее время стала примѣняться и для опредѣленія соотвѣтствующихъ мѣстъ языка, которыми онъ касается неба: въ первомъ случаѣ получаются палятограммы, а во второмъ — лингвограммы. Спачала скажемъ о п а л я т о г р а м м а х ъ, которыя могутъ получаться или безъ помощи искусственнаго неба, или

---

[1]) Изображенія другихъ варіацій ампулъ см. у P o i r o t стр. 48.

[2]) Der Glossograph. Automatischer Schnell Schreib-Apparat. Erfunden von Amadeo Gentilli Ingenieur. Leipzig. 1882.

же при посредствѣ послѣдняго. Для полученія съ неба *непосредственныхъ* палятограммъ языкъ покрывается съ помощью кисточки густо разведенною тушью, послѣ чего произносится тотъ или другой звукъ или звукосочетаніе; при этомъ тѣ мѣста неба, которыхъ коснулся языкъ, закрасятся тушью. Эти мѣста затѣмъ легко можетъ видѣть и то лицо, которое производитъ надъ собою опыты, если будетъ держать передъ раскрытымъ послѣ опыта ртомъ туалетное зеркало; а чтобы видѣть мѣста на небѣ, примыкающія къ верхнимъ зубамъ, вводится въ ротъ тонкое зеркальце, обращенное къ этимъ участкамъ своею лицевою стороною и притомъ подъ надлежащимъ наклономъ, такъ чтобы изображеніе могло отразиться съ него на туалетное зеркало. Теперь остается лишь зарисовать слѣдъ отпечатка на одномъ изъ заранѣе заготовленныхъ въ достаточномъ количествѣ шаблоновъ. Способъ полученія палятограммъ при посредствѣ *искуствѐннаго неба* значительно проще: [1]) приготовляется съ помощью зубного врача по мѣркѣ искусственное небо чернаго цвѣта изъ тонкаго и легкаго вещества (напр. изъ алюминія, каучука, бумаги, пропитанной особымъ составомъ, или т. п.), пудрится, вводится въ ротъ и прикладывается къ небу. При произношеніи того или другого звука языкъ слизываетъ пудру на соотвѣтствующихъ мѣстахъ, послѣ чего небо осторожно вынимается и слѣды отпечатка зарисовываются на приготовленномъ заранѣе шаблонѣ. Замѣтимъ, что искусственное небо для опытовъ должно быть до-

---

[1]) См. Ершовъ стр. 80—91, Богородицкій стр. 15—19, 39—47. Въ обоихъ трудахъ дается довольно полный атласъ палятограммъ какъ гласныхъ, такъ и согласныхъ звуковъ общерусскаго языка; нѣкоторыя различія между палятограммами того и другого автора могутъ отчасти зависѣть отъ того, что произношеніе г. Ершова принадлежитъ къ московскому говору, тогда какъ наше къ восточно-русскому. Замѣтимъ еще, что нѣсколько палятограммъ читатель найдетъ въ трудѣ А. И. Томсона Общее языковѣдѣніе и въ изслѣдованіи Л. В. Щербы Русскіе гласные въ качественномъ и количественномъ отношеніи.

статочно тонкимъ, иначе отпечатки на немъ могутъ не вполнѣ соотвѣтствовать истиннымъ мѣстамъ касанія языка къ натуральному небу, а занимать нѣсколько бо́льшую поверхность. Недовольство искусственнымъ небомъ обыкновенно происходитъ



Рис. 34. Гипсовый снимокъ неба съ искусственнымъ небомъ (въ натуральную величину).

отъ неумѣлаго изготовленія его. Прилагаемый рисунокъ (рис. 34) представляетъ фотографическое изображеніе въ натуральную величину съ гипсоваго снимка твердаго неба съ вложеннымъ искусственнымъ небомъ; на послѣднемъ видны четыре отвер-

стія, сдѣланныя для облегченія болѣе точнаго срисовыванія отпечатковъ на соотвѣтствующіе шаблоны того же размѣра; послѣднее условіе еще болѣе гарантируетъ точную перерисовку контура отпечатковъ, ибо приходится срисовывать спѣшно, такъ какъ увлажненныя прикосновеніемъ языка мѣста на искусственномъ небѣ скоро высыхаютъ и теряютъ отчетливость границъ. [1]) Что касается лингвограммъ, то онѣ получаются безъ примѣненія искусственнаго неба, при чемъ тушью покрывается уже не языкъ, а натуральное небо; отъ произношенія того или другого звука на поверхности языка получаются черныя пятна въ тѣхъ мѣстахъ, которыми языкъ касался неба; получаемые артикуляціонные отпечатки на языкѣ затѣмъ или фотографируются, или зарисовываются на шаблонахъ, изображающихъ языкъ. Однако для полной освѣдомленности объ артикуляціяхъ языка далеко еще недостаточно знать мѣста соприкосновенія языка съ небомъ, а слѣдовало бы тѣмъ или инымъ способомъ опредѣлить всю конфигурацію языка въ соотношеніи съ твердымъ и мягкимъ небомъ при произношеніи различныхъ звуковъ. [2])

б) **Губы.** Существенную часть губъ составляетъ т. наз. *круговая мышца* (рис. 35, *a*). Она образуется кромѣ слоя собственныхъ волоконъ главнымъ образомъ продолженіемъ четырехъ парныхъ мышцъ, изъ которыхъ двѣ верхнія пары

---

[1]) Проф. Хлумскій нѣсколько измѣнилъ нашъ способъ, примѣнивъ не перерисовываніе отпечатковъ, а фотографированіе ихъ, см. Revue IV—1.

[2]) Укажемъ на попытку Atkinson'а опредѣлять конфигурацію языка (въ соотношеніи съ небомъ по его продольной средней линіи) съ помощью особаго изобрѣтеннаго имъ инструмента, о которомъ см. Ершовъ (стр. 69 – 73), а также Щерба, въ книгѣ котораго даются соотвѣтствующія изображенія для русскихъ гласныхъ (стр. 48—49, 56, 60, 63, 66, 69, 71). Кромѣ способа Atkinson'а нужно упомянуть еще о примѣненіи для тѣхъ же цѣлей *рентгенографіи*, см. Енько П. Д. Опытъ примѣненія рентгенографіи къ изученію артикуляцій (Изв. Отд. рус. яз. и слов. 1912, кн. 4, стр. 261—304), а также о *пластографической* методѣ Е. А. Meyer'а, см. его Untersuchungen über Lautbildung (въ Festschrift Wilhelm Viëtor).

входятъ у угловъ рта въ нижнюю губу, а двѣ нижнія—въ верхнюю губу, при чемъ мышечныя волокна противоположныхъ сторонъ сливаются между собою у средины губъ; такимъ образомъ получаются какъ бы двѣ сложныя петли, изъ которыхъ одна захватываетъ нижнюю губу и тянетъ ее кверху, а другая захватываетъ верхнюю губу, осаждая ее книзу. Въ зависимости отъ сложнаго состава обѣихъ петель, въ нихъ различаются болѣе поверхностныя и болѣе глубокія мышечныя волокна: первыя получаются отъ мышцы *поднимающей уголъ рта* (*b*) и противоположной мышцы *осаждающей уголъ рта* (*c*); вторыя, которыхъ въ круговой мышцѣ большинство, представляютъ продолженіе двухъ пучковъ *щечной* мышцы или мышцы трубачей (*d*), при чемъ пучокъ, идущій отъ верхней челюсти, переходитъ въ толщу нижней губы, куда въ нѣкоторомъ количествѣ переходятъ волокна *большой скуловой* мышцы—*e*, а пучокъ отъ нижней челюсти направляется въ толщу верхней губы (для большей наглядности петлевого типа мышцъ, образующихъ

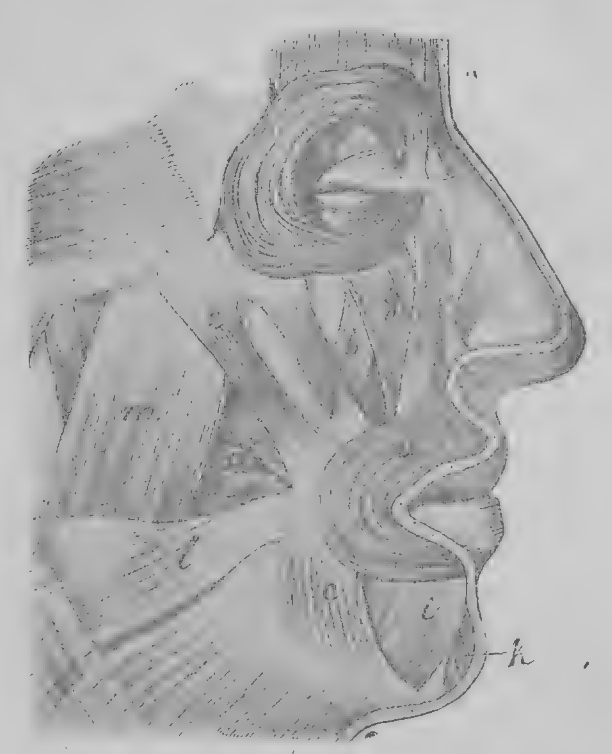


Рис. 35. Мышцы лица и губъ въ профиль (по Testut).

круговую мышцу, присоединяется еще рис. 36). Сокращеніе круговой мышцы, въ силу указаннаго петлевого ея состава, собираетъ и сжимаетъ губы. Сжатіе губъ при произношеніи согласныхъ *П*, *Б* и *М* происходитъ на всемъ протяженіи губъ (безъ стягиванія ихъ къ серединѣ), а это требуетъ присоединенія къ дѣйствію круговой мышцы участія мышцъ, оттягивающихъ углы губъ, куда относятся т. наз. мышца *смѣха* (*l*) и *большая скуловая* (*e*). При мягкихъ губныхъ согласныхъ *П'*, *Б'*, *М'* губы ближе подтягиваются къ зубамъ, что производится дѣйствіемъ *рѣзцовыхъ* мышцъ, начинающихся съ наружной стороны челюстей около рѣзцовъ и затѣмъ вплетающихся въ круговую мышцу. При согласныхъ *Ф* и *В* требуется движеніе (кверху) только одной нижней губы; при этомъ она подходитъ не къ верхней губѣ, а къ верхнимъ зубамъ, благодаря одновременному легкому отодвиженію назадъ нижней челюсти и участію нижнихъ рѣзцовыхъ мышцъ (послѣднее усилено при соотвѣтствующихъ мягкихъ согласныхъ). При гласныхъ *О* и *У* губы выпячиваются впередъ, при чемъ съуженное отверстіе рта принимаетъ слегка пятиугольную форму; такая артикуляція достигается одновременнымъ сокращеніемъ круговой мышцы и мышцъ идущихъ сверху къ среднимъ частямъ верхней губы (мышца *поднимающая верхнюю губу*—*g*, и мышца *поднимающая крыло носа и верхнюю губу*—*h*), а къ нижней отъ подбородка (мышца *опаждающая нижнюю губу*—*i*; на той и другой сторонѣ она направляется кверху не параллельно, а перекрещиваясь). При еще большемъ сокращеніи названныхъ мышцъ получается укладъ губъ какъ при свистѣ. При гласныхъ *А*, *Э*, *I*, *Ы* и прочихъ согласныхъ круговая мышца

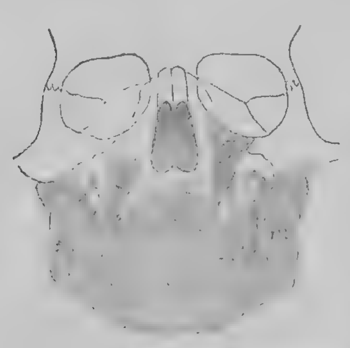


Рис. 36. Мышцы рта en face (по G. H. von Meyer'у).

находится въ индифферентномъ состоянiи (впрочемъ при произношенiи нѣкоторыми лицами гласныхъ *Э* и *I* углы губъ оттягиваются въ стороны и нѣсколько кверху, что указываетъ на легкое усиленiе въ дѣйствiи мышцы смѣха (*l*) и большой скуловой (*e*). Въ заключенiе нужно сказать, что липевыя мышцы служатъ не только для произношенiя, но и для разнообразной мимики лица, анализъ которой дается въ физiологической психологiи.

Главный приборъ, которымъ пользуются для изученiя работы губъ—*губной приборъ* Rosapelly. Приборъ этотъ

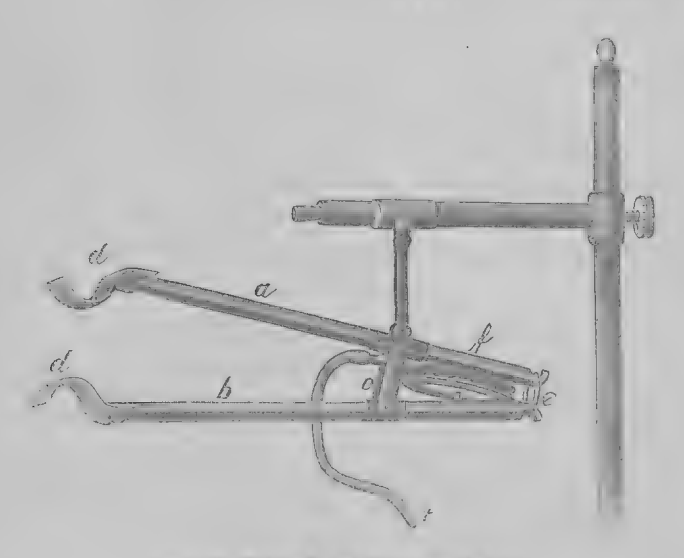


Рис. 37. Губной приборъ Rosapelly.

состоитъ изъ двухъ рычаговъ *a* и *b*, соединенныхъ между собою перемычкою *c* и заканчивающихся изогнутыми металлическими пластинками (*d*) для принятiя губъ; верхнiй рычагъ (*a*), предназначенный для сравнительно мало подвижной верхней губы, неподвижно укрѣпленъ на перемычкѣ, тогда какъ нижнiй рычагъ, изогнутая пластинка котораго должна касаться болѣе подвижной нижней губы, соединенъ съ пере-

мычкой посредствомъ шарнира, благодаря которому онъ можетъ свободно поворачиваться вверхъ и внизъ. Противоположные пластинкамъ концы рычаговъ стягиваетъ каучуковое колечко (*e*); вслѣдствіе этого пластинки прибора держатся нѣсколько удаленными другъ отъ друга, сходясь между собою лишь при давленіи на нихъ губъ; онѣ слѣдуютъ такимъ образомъ за всѣми движеніями губъ при произношеніи. [1]) Что касается передачи движенія для регистраціи на вращающемся цилиндрѣ, то для этого приспособленъ воздушный барабанчикъ (*f*), мембрана котораго соединена съ подвижнымъ рычагомъ губнаго прибора; полость этого барабанчика соединяется каучуковой трубкой (*t*) съ другимъ воздушнымъ барабанчикомъ, предназначеннымъ для записыванія. Понятно, что движенія нижней губы будутъ передаваться мембранѣ барабанчика въ приборѣ, а чрезъ это должна соотвѣтственно измѣняться и плотность воздуха во всемъ замкнутомъ пространствѣ между обоими барабанчиками, занимающемъ полости барабанчиковъ и соединяющей ихъ трубки; отсюда мембрана второго барабанчика будетъ повторять собою движеніе мембраны перваго, а регистрирующее перышко будетъ чертить соотвѣтствующую кривую.

---

[1]) Необходимо замѣтить, что стягивающая сила колечка должна быть приноровлена къ движенію губъ, будучи ни излишнею, ни недостаточною. Въ первомъ случаѣ пластинки прибора, служащія для принятія губъ, будутъ слишкомъ надавливать на губы и, слѣдов., входящіе въ составъ губъ мускулы будутъ при произношеніи излишне напрягаться по сравненію съ нормальнымъ ихъ усиліемъ, а потому графики будутъ выраженіемъ не вполнѣ естественнаго дѣйствія губъ при произношеніи, особенно для неударяемыхъ гласныхъ, артикуляція которыхъ болѣе слаба. Во второмъ случаѣ расхожденіе ножекъ прибора, будучи слишкомъ малымъ, не можетъ слѣдовать за болѣе широкимъ раскрытіемъ губъ, вслѣдствіе чего полученная кривая уже не будетъ служить выраженіемъ дѣйствительнаго движенія губъ. Насколько излишнее натяженіе каучуковаго колечка можетъ видоизмѣнять нормальное произношеніе (напр. ширину губного раскрытія и др.), не трудно изслѣдовать на опытѣ, прилаживая къ прибору колечки съ разнымъ натяженіемъ.

Нужно однако оговориться, что описанный приборъ приспособленъ не для всѣхъ артикуляціонныхъ движеній губъ. Такъ, онъ не отмѣчаетъ *движенія губъ впередъ*, свойственнаго гласнымъ *О* и *У* (болѣе того, при регистраціи этихъ гласныхъ перемѣщеніе губъ въ изогнутыхъ пластинкахъ прибора вызываетъ нѣкоторыя неровности на кривыхъ). [1]) Точно также не отмѣчается *степень напряженія губъ* при сжатіи, а одно лишь смыканіе; между тѣмъ въ задачу изслѣдованія произношенія звуковъ рѣчи должно входить также изученіе и этой стороны. [2])

Нелишне пояснить здѣсь физіологическое значеніе *высотъ* получаемыхъ губныхъ кривыхъ и ихъ *длинъ*. Различія кривыхъ по высотѣ указываютъ на различія въ степени раскрытія губъ при произношеніи (при этомъ высоты не могутъ считаться равными ширинѣ губного раскрытія, такъ какъ высоты кривыхъ варіируютъ въ зависимости отъ особенностей воздушныхъ барабанчиковъ; поэтому здѣсь имѣется лишь равенство отношеній между высотами кривыхъ съ отношеніями между степенями раскрытія губъ), [3]) а различія длинъ по абсциссѣ обозначаютъ различія по времени совершаемыхъ губами движеній и не мѣняются отъ перемѣны записывающаго барабанчика (такимъ образомъ тѣ и другія величины являются разнородными, будучи однѣ пространственнаго характера, а другія—временного).

---

[1]) Для изслѣдованія степени выпячиванія губъ Rousselot пользуется шаровидной ампулой, вкладываемой въ воронку амбушюра.

[2]) Рѣшенію этой задачи можетъ способствовать примѣненіе надлежащихъ ампулъ, а кромѣ того—примѣненіе для стягиванія рычаговъ губного прибора Rosapelly каучуковыхъ колечекъ и пружинъ различной стягивающей силы, предварительно точно опредѣленной (возможно приспособить при этомъ также шкалу съ дѣленіями, по принципу динамометра).

[3]) Не трудно установить соотношеніе между тѣми и другими величинами; для этого необходимо сдѣлать параллельныя измѣренія разстояній между пластинками прибора и соотвѣтствующихъ высотъ въ получаемыхъ при этомъ кривыхъ.

Мы здѣсь не приводимъ особо рисунковъ губныхъ графикъ, отсылая читателя къ стр. 26, гдѣ даны совмѣстныя графики отъ губного прибора и пневмографа, и къ стр. 39 сл. съ синхронистичными графиками отъ губного прибора и гортанной капсулы. На этихъ рисункахъ можно видѣть, какъ кривая одного и того же гласнаго (*А*) въ разныхъ условіяхъ получаетъ неодинаковую крутизну своихъ склоновъ, что указываетъ на неодинаковую скорость движенія удаляющихся и сближающихся губъ. Такъ, при гласномъ *А* въ отдѣльности (рис. 12, 24) обѣ половины волны имѣютъ болѣе или менѣе одинаковую крутизну; при *ПА* (рис. 26) лѣвая половина волны круче, чѣмъ правая, а при *АП* (рис. 28), наоборотъ, правая половина волны круче, нежели лѣвая. Кромѣ того, можно наблюдать и измѣненіе высоты губныхъ кривыхъ; срв. губныя кривыя словъ *па́пă* и *папá* (рис. 14 и 15, на стр. 26), гдѣ въ первомъ словѣ высота кривой неудареннаго слабаго гласнаго значительно меньше высоты удареннаго, тогда какъ во второмъ словѣ, гдѣ неударенный гласный имѣетъ довольно сильное произношеніе при довольно значительномъ раскрытіи рта, и высота кривой этого гласнаго сравнительно немного уступаетъ высотѣ удареннаго; здѣсь такимъ образомъ мы имѣемъ объективное подтвержденіе непосредственныхъ наблюденій надъ произношеніемъ.

Нервы говорильнаго аппарата.

Разсмотрѣнныя нами мышечныя работы говорильнаго аппарата совершаются благодаря импульсамъ, которые несутся къ нимъ по нервамъ, частію отходящимъ прямо отъ головного мозга, частію же послѣ предварительнаго перехода въ спинной мозгъ.

Къ послѣдней изъ названныхъ двухъ категорій принадлежатъ нервы, возбуждающіе къ фонаціонной дѣятельности мускулатуру грудной клѣтки, а именно: нервъ *грудо-*

брюшной преграды (дѣйствіемъ его совершается обыкновенное спокойное дыханіе), *нервы межреберныхъ мышцъ* (дѣйствіемъ ихъ обусловливается бо́льшая глубина вдыханій и выдыханій) и, наконецъ, *нервы плечевого сплетенія*, завѣдующіе большими мускулами, идущими отъ грудной клѣтки къ плечу (благодаря имъ, при фиксированномъ положеніи плеча, усиленное поднятіе передней стѣнки груди достигаетъ высшаго предѣла).

Что касается первой категоріи нервовъ или собственно головныхъ, то произношеніе обслуживаютъ слѣдующіе:

1) *тройничный нервъ*, распадающійся на три вѣтви, изъ которыхъ третья вѣтвь несетъ импульсы къ жевательнымъ мышцамъ, поднимающимъ нижнюю челюсть, а также къ мышцамъ, осаждающимъ ее книзу (т. е. къ мышцѣ челюстно-подъязычной и переднему брюшку двубрюшной). Такимъ образомъ, на функціи этой вѣтви основываются два главныхъ класса звуковъ рѣчи—ртосмыкателей или согласныхъ и рторасткрывателей или гласныхъ (кромѣ того, отъ названнаго нерва отходитъ небольшая вѣточка къ мышцѣ, натягивающей мягкое небо).

2) *лицевой нервъ*, иннервирующій мышцы лица, участвующія въ произношеніи, т. е. мышцы, подходящія къ отверстію рта и образующія послѣднее. Онъ обусловливаетъ такимъ образомъ всѣ губныя артикуляціи (кромѣ того, посылаетъ двигательныя вѣтки къ тѣмъ мышцамъ, которыя поднимаютъ подъязычную кость—т. е. шилоподъязычной и заднему брюшку двубрюшной). [1])

3) *блуждающій нервъ*, посылающій между прочимъ вѣтви къ гортани и зѣву. Изъ гортанныхъ вѣтвей одна направляется сверху къ мышцѣ щито-перстневидной, натягивающей голосовыя связки; другая же входитъ въ гортань снизу и иннервируетъ всѣ остальныя мышцы гортани. Такимъ образомъ, функціями этихъ вѣтвей (верхней и нижней гортанной) обу-

[1]) Кромѣ того, см. сноску при слѣдующемъ пунктѣ.

словливается дѣленіе звуковъ на звонкіе, глухіе и шепотные, а также—варіаціи звонкихъ по высотѣ тона. Кромѣ того, отъ блуждающаго нерва идутъ вѣтви къ петлевымъ мышцамъ зѣва (сюда относятся мышцы—небно-язычная, небно-глоточная, мышца поднимающая мягкое небо и еще мышца язычка), обусловливающія своимъ дѣйствіемъ дѣленіе звуковъ на ртовые и носовые. [1])

4) *подъязычный нервъ*, снабжающій двигательными волокнами мышцы языка (сюда относятся мышцы—подбородочно-язычная, подъязычно-язычная, шилоязычная и внутренне-язычныя или собственно-язычныя). Такимъ образомъ, на дѣятельности этого нерва основываются подраздѣленія язычныхъ артикуляцій, при чемъ категорія задне-язычныхъ согласныхъ требуетъ участія еще и вѣтокъ предшествующаго нерва, обслуживающихъ нѣкоторыя мышцы зѣва.

Примѣчаніе. Вполнѣ понятно, что полная дѣятельность говорильнаго аппарата поддерживается не только *двигательными* нервами, но также и *чувствительными* (мышечное чувство), каковыми служатъ: вторая вѣтвь *тройничнаго нерва*—для лица и твердаго и мягкаго неба, и третья вѣтвь того же нерва—для передней половины языка, *языкоглоточный* нервъ—для глотки и зѣва, верхне-гортанная вѣтвь *блуждающаго* нерва—для гортани (нервы лицевой и подъязычный являются только двигательными). Нѣкоторыя неясности въ вопросахъ иннерваціи происходятъ отъ соединеній (анастомозовъ) вѣтокъ, происходящихъ отъ разныхъ нервовъ.

Перечисленные нами нервы отходятъ отъ гангліи или ядеръ, расположенныхъ въ нижнихъ отдѣлахъ головного мозга и связанныхъ съ высшими центрами коры большого мозга, при чемъ высшій объединяющій центръ рѣчи (центръ Брока)

---

[1]) Нѣкоторые изслѣдователи приписываютъ иннервацію мышцъ мягкаго неба (исключая мышцу натягивающую его) лицевому нерву. Блуждающій нервъ отдаетъ также вѣтвь для мышцъ, сжимающихъ нижній отдѣлъ глотки, тогда какъ подниматель глотки, т. е. мышца шилоглоточная, иннервируется языкоглоточнымъ нервомъ.

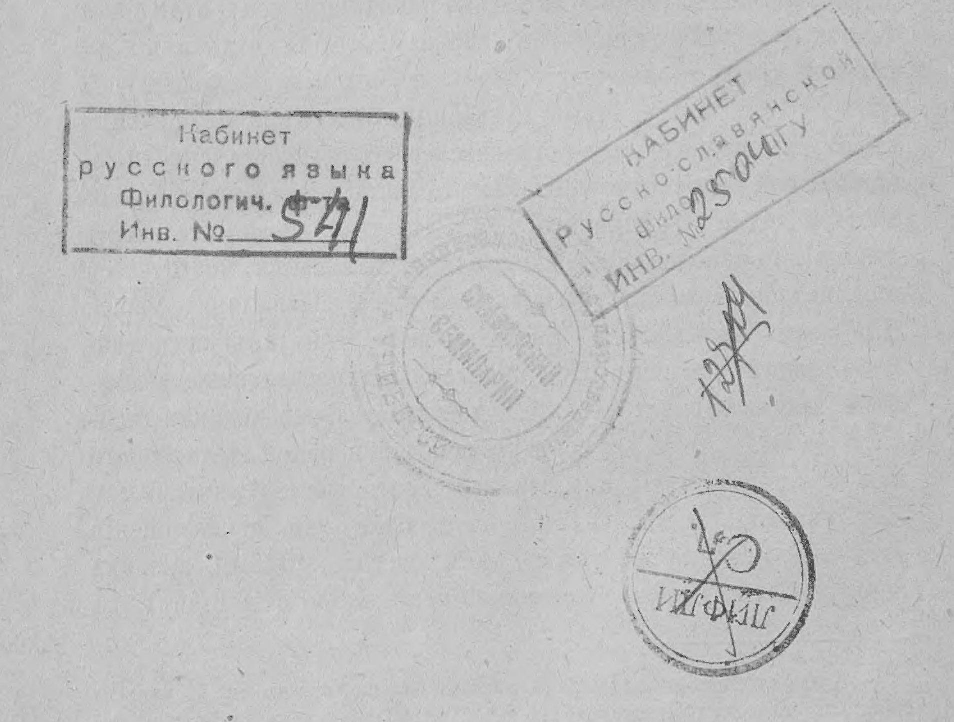
помѣщается въ третьей лобной извилинѣ лѣваго полушарія. [1])

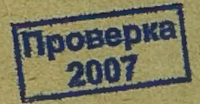
Позволю себѣ въ заключеніе иллюстрировать иннервацію произношенія на какомъ-нибудь отдѣльномъ звукѣ, напр. *З*. Во-первыхъ, здѣсь требуется иннервація дыхательнаго аппарата, захватывающая тѣмъ большее количество нервныхъ волоконъ, чѣмъ сильнѣе данный звукъ; далѣе, такъ какъ звукъ *З*—звонкій, то для соотвѣтствующаго уклада голосовой щели нужно участіе нижняго гортаннаго нерва, а вмѣстѣ съ тѣмъ и верхняго, чтобы вызвать надлежащее натяженіе голосовыхъ связокъ для произведенія тона той или другой высоты; для поднятія мягкаго неба (ибо данный звукъ не-носовой) должна принять участіе соотвѣтствующая вѣтвь блуждающаго (по другимъ—лицевого) нерва, при чемъ эта работа дополняется дѣйствіемъ того нерва, который отходитъ отъ третьей вѣтви тройничнаго нерва къ мышцѣ, натягивающей мягкое небо; далѣе, такъ какъ данный звукъ принадлежитъ къ ртосмыкателямъ или согласнымъ, то требуется приближеніе нижней челюсти къ верхней, что достигается возбужденіемъ третьей вѣтви тройничнаго нерва, идущей къ жевательнымъ мышцамъ; наконецъ, необходимая работа языка достигается воздѣйствіемъ соотвѣтствующихъ волоконъ подъязычнаго нерва. При всемъ этомъ нужно имѣть въ виду, что, такъ какъ дѣйствіе многихъ мышцъ совершается при регулятивномъ дѣйствіи ихъ антагонистовъ (чѣмъ достигается необходимая гладкость работы), то и для соотвѣтствующей нервной дѣятельности нужно предполагать аналогичное соотношеніе антагонизма. Изъ сказаннаго мы видимъ, что даже для произношенія отдѣльнаго звука требуется, такъ сказать, цѣлый аккордъ нервныхъ импульсовъ (въ томъ числѣ и антагонистовъ) въ

---

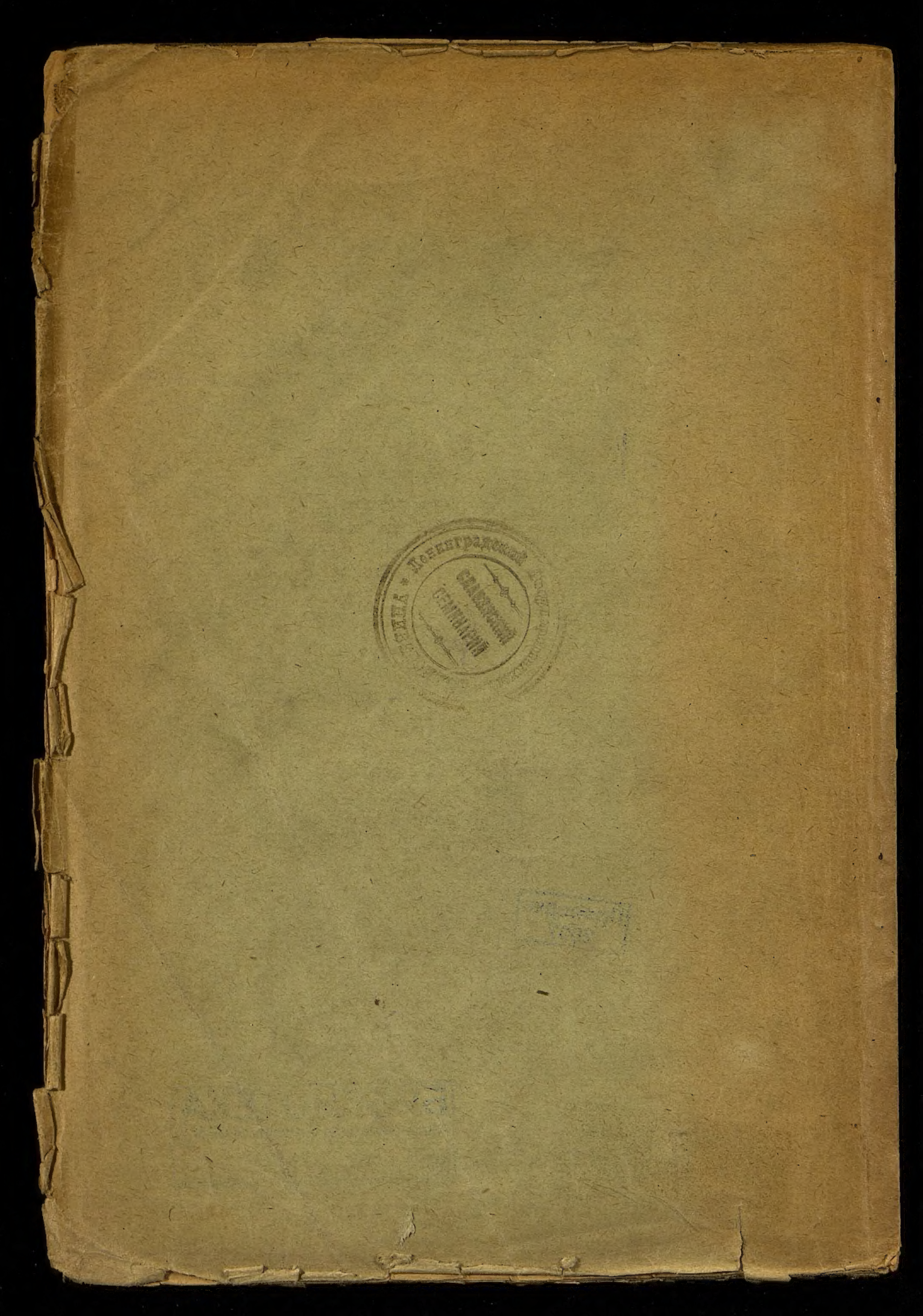
[1]) О рѣчевыхъ локализаціяхъ въ корѣ большого мозга см. въ нашихъ Лекціяхъ по общему языковѣдѣнію (1915)[2]; гдѣ даются указанія и на болѣзненныя разстройства рѣчи (афазія, аграфія и др.).

связи съ дѣйствіемъ объединяющаго центра въ корѣ большого мозга. Если же мы тѣмъ не менѣе во время рѣчи не чувствуемъ всей этой до чрезвычайности сложной работы, то это обусловливается тѣмъ, что она, благодаря привычкѣ, складывающейся съ самаго ранняго дѣтства, пріобрѣла характеръ автоматическій и уже не сознается нами (однако при нѣкоторыхъ болѣзненныхъ состояніяхъ, какъ напр. при сильной болѣзненной слабости, трудность говоренія замѣтно ощущается).




Проверка
2007


Научная библиотека СПбГУ
1001914929


Ленинградский